Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens
Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians

Résultats du premier programme de suivi des populations de phytoplancton toxique dans l'estuaire et le Golfe du Saint-Laurent (Région du Québec)

R. Larocque et A.D. Cembella

Division de l'océanographie biologique
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000, 850 route de la Mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

1991

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques No. 1796

Pêches et Océans Fisheries and Oceans

Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annual des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1–456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457–714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715–924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques 1796

1991

RÉSULTATS DU PREMIER PROGRAMME DE SUIVI DES POPULATIONS DE PHYTOPLANCTON TOXIQUE DANS L'ESTUAIRE ET LE GOLFE DU SAINT-LAURENT (RÉGION DU QUEBEC)

par

Richard Larocque et Allan D. Cembella

Division de l'océanographie biologique
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000, 850 route de la Mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

91-04705/

©Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1991
N° de cat. FS 97-6/1796F ISSN 0706-6570

On devra citer la publication comme suit:

Larocque, R. et A.D. Cembella. 1991. Résultats du premier programme de suivi des populations de phytoplancton toxique dans l'estuaire et le Golfe du Saint-Laurent (Région du Québec). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1796: 42 p.

TABLE DES MATIERES

Page

LISTE DES FIGURES..... iv

LISTE DES ANNEXES..... vi

RESUME..... vii

ABSTRACT..... vii

INTRODUCTION..... 1

MATERIEL ET METHODES..... 2

RESULTATS..... 3

DISCUSSION..... 9

CONCLUSION..... 11

REMERCIEMENTS..... 12

REFERENCES..... 12

ANNEXES..... 35

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1.	Carte indiquant la localisation des sites échantillonnés ainsi que le type d'échantillonnage réalisé à chaque station	14
2.	Concentrations d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. à trois profondeurs, station de Sainte-Flavie	15
3.	Pourcentages d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. dans les traits de filets (20 µm) et toxicité des mollusques à la station de Sainte-Flavie	16
4.	Concentrations d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. à trois profondeurs, station de Baie-Comeau	17
5.	Pourcentages d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. dans les traits de filets (20 µm) et toxicité des mollusques à la station de Baie-Comeau	18
6.	Concentrations d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. à trois profondeurs, station de Gaspé	19
7.	Pourcentages d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. dans les traits de filets (20 µm) et toxicité des mollusques à la station de Gaspé	20
8.	Concentrations d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. à trois profondeurs, station de Gascons	21
9.	Pourcentages d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. dans les traits de filets (20 µm) et toxicité des mollusques à la station de Gascons	22
10.	Concentrations d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. en surface, station de Grande-Entrée	23
11.	Pourcentages d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. dans les traits de filets (20 µm) et toxicité des mollusques à la station de Grande-Entrée	24
12.	Concentrations d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. en surface, station de Sept-Iles	25
13.	Pourcentages d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. dans les traits de filets (20 µm) et toxicité des mollusques à la station de Sept-Iles	26

14. Concentrations d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. en surface, station de Port-Daniel..... 27

15. Pourcentages d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. dans les traits de filets (20 µm) et toxicité des mollusques à la station de Port-Daniel..... 28

16. Concentrations d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. en surface, station de Carleton..... 29

17. Pourcentages d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. dans les traits de filets (20 µm) et toxicité des mollusques à la station de Carleton..... 30

18. Concentrations d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. en surface, station de Baie-des-Capucins..... 31

19. Toxicité des mollusques à la station de Baie-des-Capucins..... 32

20. Concentrations d'*Alexandrium* spp. et de *Dinophysis* spp. en surface, station de Tadoussac..... 33

21. Toxicité des mollusques à la station de Tadoussac..... 34

LISTE DES ANNEXES

Annexe		Page
1.	Liste et caractéristiques des stations échantillonnées à l'été 1989	35
2.	Variations du coefficient d'extinction (k) de la lumière à toutes les stations	36
3.	Données de salinité et de température pour la station de Sainte-Flavie	37
4.	Données de salinité et de température pour la station de Baie-Comeau	38
5.	Données de salinité et de température pour la station de Gaspé	39
6.	Données de salinité et de température pour la station de Gascons	40
7.	Données de salinité et de température pour les stations de Grande-Entrée, Sept-Iles et Port-Daniel	41
8.	Données de salinité et de température pour les stations de Carleton, Baie-des-Capucins et Tadoussac	42

RESUME

Larocque, R. et A.D. Cembella. 1991. Résultats du premier programme de suivi des populations de phytoplancton toxique dans l'estuaire et le Golfe du Saint-Laurent (Région du Québec). Rapp. tech. can. sci. halieut. No. 1796: 42 p.

Ce rapport présente les résultats du premier programme de suivi du phytoplancton toxique dans la région du Québec. Le but principal de ce programme est de mieux connaître la répartition des espèces toxiques dans l'estuaire et le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent. En 1989, 10 stations ont été échantillonnées entre juin et novembre pour déterminer la présence de phytoplancton toxique. Les résultats de 1989 démontrent que pour la plupart des stations, une seule floraison annuelle d'Alexandrium spp. a eu lieu aux mois de juin et juillet. Le lien entre la toxicité des mollusques et ces floraisons fut mis en évidence pour les sites où l'échantillonnage a débuté assez tôt. Alexandrium spp. fut retrouvé en concentrations faibles aux Iles-de-la-Madeleine durant tout l'été mais aucune toxicité résultante de fut détectée dans les mollusques. Le programme à aussi permis de démontrer la présence généralisée des espèces du genre Dinophysis. Des niveaux particulièrement élevés ont été retrouvés aux stations de la baie de Gaspé et de la baie des Chaleurs. A la lumière des résultats obtenus, des modifications au programme sont proposées.

ABSTRACT

Larocque, R. et A.D. Cembella. 1991. Résultats du premier programme de suivi des populations de phytoplancton toxique dans l'estuaire et le Golfe du Saint-Laurent (Région du Québec). Rapp. tech. can. sci. halieut. No. 1796: 42 p.

This report presents the results from the first toxic phytoplankton monitoring program in the Quebec region. Its main objective is to answer basic questions about the distribution of toxic species in the St. Lawrence estuary and northwestern gulf of St. Lawrence. In 1989, 10 stations were sampled for toxic phytoplankton. Most of these stations were sampled weekly between June and November. The data collected in 1989 show that for most stations only one annual bloom of Alexandrium spp. occurred, predominantly during June and July. At certain stations where the sampling started in early June, the link between the PSP toxicity in shellfish and the toxic blooms was clearly established. The station in the Magdalen Islands warranted special attention, since relatively low but constant numbers of Alexandrium cells were encountered during the summer. The sampling program also demonstrated the wide geographical distribution of potential DSP-producing species, as Dinophysis spp. were found at all stations. Particularly high concentrations were noted in the Baie de Gaspé and Baie des Chaleurs. In view of the 1989 results in the Quebec region, some modifications to the program were proposed for the following years.

INTRODUCTION

Sur les côtes canadiennes atlantiques, le problème d'intoxication paralysante par les mollusques (IPM ou "PSP") est bien connu et documenté (Ganong 1889; Medcof et al. 1947). Ce problème touche aussi l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (Prakash et al. 1971). Cette forme d'intoxication est reliée à la présence de biotoxines (saxitoxine et analogues) qui s'accumulent dans la chair de mollusques. Ces toxines sont produites par une algue microscopique du genre Alexandrium Halim emend Balech (synonymes: Protogonyaulax et antérieurement Gonyaulax). Bien qu'encore peu documenté, il existe aussi un potentiel d'intoxication diarrhéique par les mollusques (IDM ou "DSP") relié à la présence d'algues du genre Dinophysis Ehrenberg (Cembella 1989). La répartition géographique de ces espèces dans nos eaux ainsi que les facteurs qui contrôlent leur floraisons annuelles ont fait l'objet de plusieurs travaux dont ceux de Therriault et al. (1985), Cembella et Therriault (1989) et Larocque et Cembella (1990).

En novembre et décembre 1987, des mollusques contaminés par l'acide domoïque furent retrouvés sur le marché québécois. La présence de cette toxine, encore jamais observée au Canada, fut reliée à une floraison d'une espèce de diatomée, Nitzschia punqens. L'acide domoïque n'avait jamais été identifié dans des organismes provenant des eaux canadiennes et N. punqens n'était pas reconnue comme étant toxique. La gravité de la crise de 1987 ainsi que l'aspect imprévisible de la contamination ont mis en lumière l'insuffisance des recherches actuelles sur la dynamique des espèces phytoplanctoniques toxiques.

Un programme de suivi du phytoplancton toxique dans les eaux de l'est du Québec fut mis sur pied pour répondre au manque de connaissances sur la distribution spatiale et temporelle des espèces toxiques. Ce programme fut élaboré au Québec à l'hiver 1989 et réalisé à partir du printemps suivant, il vise principalement trois objectifs. Premièrement, apporter de nouvelles connaissances sur l'écologie des espèces toxiques, surtout dans les zones pour lesquelles peu de données historiques sont disponibles. Deuxièmement, fournir au service de l'inspection du ministère des Pêches et des Océans et aux producteurs de mollusques des données permettant de prévoir la contamination des zones coquillières. Ce dernier point vise surtout les régions où l'industrie de la culture des mollusques est implantée. Finalement, déterminer la faisabilité d'un système d'alerte qui permettrait aux éleveurs et cueilleurs de réagir face à une contamination imminente de leurs stocks de mollusques.

Les espèces phytoplanctoniques sur lesquelles porte ce travail se regroupent dans les genres Alexandrium et Dinophysis, dont la toxicité est prouvée. Bien qu'il existe peu de mentions de la présence de Nitzschia punqens dans les eaux de l'est du Québec, ce travail cherche aussi à déterminer la présence de cette espèce dans nos eaux.

La stratégie d'échantillonnage choisie vise à couvrir le maximum de territoire avec les moyens disponibles tout en concentrant les efforts sur les secteurs où le potentiel commercial de culture ou de cueillette est important. La dimension du territoire à couvrir ainsi que les ressources humaines allouées au programme ont orienté la stratégie d'échantillonnage. Dans cette perspective, la participation

des principaux intéressés aux résultats d'une telle étude était la seule façon réaliste d'arriver aux objectifs établis. Ainsi, la réalisation du programme d'échantillonnage a requis la collaboration des intervenants suivants: certains éleveurs de mollusques, le ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec, la direction de l'inspection du ministère des pêches et océans ainsi que de quelques particuliers ayant des intérêts dans des sites potentiels d'élevage. Le travail dans les régions fut coordonné par un responsable à l'institut Maurice-Lamontagne.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

ÉCHANTILLONNAGE

Les sites choisis pour l'échantillonnage furent les suivants: Tadoussac, Baie-Comeau et Sept-Iles sur la côte nord; Sainte-Flavie, Baie des Capucins et Baie de Gaspé sur la rive sud; St-Omer, Port-Daniel et Gascons dans la baie des Chaleurs et la lagune de Grande-Entrée aux Iles-de-la-Madeleine. On trouvera à la figure 1 et à l'annexe 1 la position de ces stations ainsi que leurs principales caractéristiques. L'échantillonnage s'est fait à trois profondeurs distinctes pour quatres stations (Sainte-Flavie, Gaspé, Gascons et Baie-Comeau), alors qu'aux autres sites, seule l'eau de surface fut échantillonnée. Le choix du type d'échantillonnage réalisé aux différents endroits fut motivé par les ressources locales disponibles ainsi que par l'intérêt particulier que présentent certains sites.

L'échantillonnage fut hebdomadaire pour toutes les stations à l'exception de celle de Baie-des-Capucins où il s'est fait toutes les deux semaines. Les opérations suivantes furent réalisées pour tous les sites: détermination de la température de l'eau de surface, récolte d'un échantillon d'eau de surface de 500 mL suivi d'une fixation à l'iode acide et récolte d'un échantillon d'eau de mer de 200 ml pour déterminer la salinité.

A huit des stations, un trait vertical de filet à plancton fut réalisé d'environ 1 à 2 mètres du fond jusqu'à la surface. Le filet utilisé avait un maillage de 20µm, une longueur de 1,5 m et un diamètre de 0,5 m. L'échantillon ainsi récolté fut divisé en deux, une partie fixée par ajout de Lugol acide et l'autre conservée sans fixation. En plus de la récolte d'échantillons, les responsables devaient mesurer la profondeur de visibilité du disque de Secchi et remplir une feuille de données décrivant l'état du plan d'eau ainsi que les conditions atmosphériques au moment de l'échantillonnage.

A quatre stations (Sainte-Flavie, Gaspé, Gascons et Baie-Comeau) la prise d'échantillons pour le phytoplancton et la salinité ainsi que la mesure de la température furent répétées pour deux autres profondeurs, soit entre 3 et 5 mètres et à environ 1 ou 2 mètres au-dessus du fond. Ces échantillons furent prélevés à l'aide de bouteilles d'échantillonnage Niskin de 5 litres.

Les échantillons prélevés et les feuilles de données étaient expédiés au fur et à mesure à l'institut Maurice-Lamontagne par poste prioritaire. Dans la majorité des cas, les échantillons mettaient moins de 24 heures à parvenir aux laboratoires de l'institut.

TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS

Les échantillons provenant des

traits de filet furent observés en microscopie optique pour déterminer qualitativement la composition du phytoplancton. La méthode utilisée consiste à compter et à identifier les 200 premières cellules d'un ou plusieurs transects sur une lame Palmer-Maloney 0,1 mL. Ces résultats donnaient lieu au rapport hebdomadaire pour indiquer la proportion d'espèces toxiques de taille supérieure à 20 µm retrouvées dans l'échantillon ainsi que les espèces dominantes. Les résultats sont exprimés en pourcentage de cellules par rapport au nombre total compté. Bien qu'étant au mieux semi-quantitatifs, ces résultats permettent d'évaluer l'effet de la présence d'espèces non-toxiques sur les taux d'accumulation des toxines dans les mollusques. Ce rapport était envoyé le jour même à l'échantillonneur.

Les échantillons fixés de 500 mL subissaient une pré-concentration par sédimentation dans des cylindres pour une durée de 4 à 5 jours pour obtenir un facteur de concentration de 10. Les comptages étaient ensuite réalisés en microscopie optique inversée avec une chambre de comptage d'un volume de 5 ml. Pour les échantillons contenant peu de phytoplancton, le contenu de toute la chambre était compté alors que dans les cas de forte concentration, le comptage d'une surface de 1 cm^2 était suffisant. Seules les espèces toxiques ou dont le potentiel toxique est connu furent comptées.

Les salinités furent mesurées avec un appareil standardisé Autosal de marque Beckman. Les échantillons non-fixés provenant des traits de filets furent concentrés par un facteur de 10 par centrifugation puis congelés à -80 °C. Ces échantillons serviront éventuellement à des analyses de toxicité du phytoplancton.

Les données de toxicité PSP des mollusques qui sont présentées proviennent des résultats de bioessais sur souris réalisés dans le cadre du programme de surveillance des zones coquillières de Pêches et Océans Canada. Ces résultats sont exprimés en µg de saxitoxine équivalent par 100 g de chair de mollusque (µgSTXeq/100g). La limite inférieure de détection de cette méthode est de 42 avec la lignée de souris présentement utilisée. Ce test nous renseigne sur la présence de toxines paralysantes mais pas sur le contenu en toxines diarrhéiques. Les toxines DSP ne sont présentement pas analysées par le ministère des Pêches et des Océans au Québec.

RESULTATS

Alexandrium excavatum Braarud emend Balech est généralement reconnu comme étant la principale espèce toxique responsable de la contamination des mollusques par PSP dans l'estuaire du Saint-Laurent. La distinction entre cette espèce, A. fundyense et A. tamarense est difficile à établir sans observations détaillées à fort grossissement, ainsi l'appellation Alexandrium spp. sera utilisée dans la présentation des résultats. Les principales espèces de Dinophysis spp. retrouvées sont Dinophysis norveqica, Dinophysis rotundata et Dinophysis acuminata. La toxicité spécifique de ces espèces n'est pas connue pour nos régions. Pour simplifier le texte, on référera à ce genre globalement en utilisant le terme Dinophysis spp.

STATION DE STE-FLAVIE

La station de Sainte-Flavie fut échantillonnée du 2 juin au 16 octobre. Alexandrium spp. fut retrouvé dans la colonne d'eau du 2 juin au 4 août (figure 2). Aucun

niveau supérieur à 20 cellules/L ne fut détecté par la suite à l'exception d'une très faible concentration détectée le 16 octobre. La période de floraison maximale fut atteinte à la mi-juin alors que des niveaux d'environ 3 x 10^4 cellules/L étaient enregistrés. Un deuxième pic, moins important, a aussi été retrouvé à la fin du mois d'août.

La présence du genre Dinophysis couvre la même période que le genre précédent. Ce groupe est présent en concentrations généralement inférieures à celles d'Alexandrium. Les résultats obtenus ne permettent pas de démontrer de répartition verticale particulière. Les niveaux de Dinophysis spp. retrouvés ne dépassent pas 4,4 x 10^2 cellules/L.

Les résultats provenant des traits de filet (figure 3) démontrent qu'Alexandrium constitue le genre dominant dans le phytoplancton de taille supérieure à 20 µm au début-juin. Cependant, au plus fort de leur abondance (mi-juin), il représente moins de 10% de la communauté phytoplanctonique. La communauté est alors dominée par les diatomées des genres Chaetoceros et Thalassiosira. Les échantillons du mois d'août sont successivement dominés par Nitzschia seriata et par le genre Chaetoceros. Ce dernier continue de dominer en début-septembre mais c'est le genre Thalassiosira qui dominera le phytoplancton à compter de la troisième semaine de ce mois jusqu'à la fin de la période d'échantillonnage.

Les données de toxicité des mollusques (figure 3) proviennent d'un site situé à environ 17 km à l'ouest de la station. La toxicité maximale du mois de juin correspond au maximum d'Alexandrium retrouvé. Un deuxième maximum de toxicité survient environ 3 semaines après qu'Alexandrium ait pratiquement disparu de la colonne d'eau. Ce délai, déjà observé par Larocque & Cembella (1989) en 1987, ne peut être expliqué par les données disponibles. Il est possible que les mollusques effectuent une conversion des toxines, transformant des dérivés peu toxiques en dérivés plus toxiques. Cette conversion se traduirait par une augmentation de la toxicité totale. Les résultats des bioessais donnent une valeur intégrée de la toxicité totale mais ne fournissent aucun renseignement sur la concentration spécifique de chacune des toxines. Il est aussi possible que ce phénomène puisse s'expliquer par la présence d'une floraison très localisée au site d'échantillonnage des mollusques.

STATION DE BAIE-COMEAU

L'échantillonnage à cette station fut réalisé du 19 juin au 8 novembre. Alexandrium spp. fut retrouvé en concentration plus élevée que 20 cellules/L du 28 juin au 18 septembre (figure 4). Les concentrations maximales furent détectées à la mi-juillet et le niveau maximum de 19 x 10^4 cellules/L fut atteint le 10 juillet. Les cellules d'Alexandrium ont généralement été retrouvées près de la surface soit à 0 ou 5 mètres. Les échantillons provenant de 15 mètres sont beaucoup moins concentrés que ceux provenant des deux autres profondeurs.

La présence de Dinophysis spp. fut détectée à partir du 28 juin jusqu'au 16 août. Les échantillons provenant de 5 mètres étant généralement plus concentrés que ceux de la surface alors que ceux provenant de 15 mètres en sont généralement exempts. La concentration la plus élevée rencontrée est de 1,9 x 10^3 cellules/L le 17 juillet.

La diatomée centrale Coscinodiscus centralis a dominé les traits de filets du mois de juin. Le début du mois de juillet fut caractérisé par la présence massive du genre Thalassiosira, cependant vers le 17 juillet c'est Alexandrium spp. qui domine le phytoplancton (figure 5). Cette période correspond au maximum de la floraison telle qu'identifiée plus tôt. C'est le genre Chaetoceros qui dominera de la fin-juillet jusqu'à la mi-septembre. A ce moment le genre Thalassiosira redeviendra dominant jusque vers le 17 octobre et c'est Chaetoceros qui dominera le phytoplancton jusqu'à la fin de la saison d'échantillonnage.

Le site d'échantillonnage des mollusques est situé à environ 7 km à l'ouest de la station. Le maximum de toxicité détecté dans les myes (Mya arenaria) (figure 5) au mois de juillet apparaît environ une semaine après que la concentration maximale d'Alexandrium ait été observée dans la colonne d'eau. Les explications potentielles pour ce délai sont les mêmes que pour la station précédente.

STATION DE GASPÉ

Contrairement aux stations précédentes, situées dans l'estuaire du Saint-Laurent, cette station située dans la baie de Gaspé subit peu l'effet de courants marins. Sa position à environ 20 km à l'intérieur de la baie l'isole de l'influence du courant de Gaspé. La topographie locale fait aussi en sorte que ce secteur est protégé de l'effet des vents dominants ouest et nord-ouest, ce qui contribue à maintenir la stabilité de la colonne d'eau à cet endroit.

Cette station fut échantillonnée du 8 juin au 11 octobre. Une seule période de floraison fut identifiée au mois de juin (figure 6), une concentration maximale de 3,1 x 10^4 cellules/L fut observée dans l'échantillon de surface du 14 juin. Les niveaux sont demeurés importants durant tout le mois de juin. Les échantillons récoltés après le mois de juin ne contenaient pas d'Alexandrium. A l'exception du 14 juin, les concentrations les plus importantes ont été retrouvées à 4 mètres sous la surface alors que très peu de cellules furent détectées à 15 mètres.

Le genre Dinophysis fut retrouvé en concentrations importantes (2 x 10^3 cellules/L) durant les mois de juin et août mais ce genre fut également présent en concentrations variables dans presque tous les échantillons jusqu'à la fin de la saison d'échantillonnage. Les concentrations les plus élevées furent retrouvées dans les échantillons provenant de 4 mètres mais contrairement à Alexandrium, les échantillons de 15 mètres en contiennent aussi des niveaux appréciables.

Le phytoplancton du mois de juin fut dominé par Alexandrium spp. (figure 7) à l'exception d'une date (21 juin) où des diatomées centrales ont brièvement dominé. Le mois de juillet s'est caractérisé par la présence simultanée de niveaux importants de Dinophysis spp. ainsi que du genre Ceratium. C'est ce genre qui dominera le phytoplancton jusqu'à la fin du mois d'août alors que les diatomées du genre Chaetoceros domineront jusqu'à la fin de la période échantillonnée. La station de Gaspé est la seule où il y ait eu une mention de l'espèce Nitzschia pungens dans un échantillon provenant d'un trait de filet. L'échantillon du 21 juin a révélé une très faible concentration de cette espèce.

Le site ayant servi à l'échantillonnage des mollusques est

situé à environ 3 km à l'est de la station. Les niveaux de toxicité observés (figure 7) suivent remarquablement bien le pourcentage d'Alexandrium dans les traits de filet et les concentrations à trois profondeurs. Ceci s'explique parce qu'Alexandrium fut dominant durant la période de floraison. La toxicité maximale apparaît simultanément avec le maximum de cellules observées dans la colonne d'eau. La dominance momentanée des diatomées à la mi-juin s'est traduit par une brève diminution de la toxicité des mollusques.

STATION DE GASCONS

La station de Gascons fut échantillonnée du 5 juin au 14 novembre. Alexandrium spp. fut présent dans les échantillons du 12 juin au 28 août. Les niveaux les plus élevés ont été retrouvés au mois de juin (figure 8) et le maximum (1,6 x 10^4 cellules/L) fut observé dans l'échantillon de surface du 12 juin. Ce genre fut complètement absent des échantillons provenant de 15 mètres alors que les concentrations maximales ont été retrouvées dans les échantillons provenant de 0 ou 3 mètres. Il faut remarquer la présence momentanée d'Alexandrium spp. en surface le 28 août près d'un mois suivant la dernière mention de sa présence dans la colonne d'eau.

Dinophysis spp. fut retrouvé dans les échantillons du début à la fin de la période d'échantillonnage. Les niveaux les plus élevés ont été observés le 12 juin (1,8 x 10^3 cellules/L) dans l'échantillon de surface. Bien que les concentrations les plus élevées aient été retrouvées dans les échantillons de surface et de 3 mètres, ce genre fut aussi présent dans plusieurs des échantillons provenant de 15 mètres.

Le début du mois de juin fut caractérisé par une dominance massive du genre Chaetoceros. Alexandrium a dominé le phytoplancton durant la période de floraison décrite plus tôt. C'est ensuite Ceratium qui a dominé jusqu'à la fin du mois d'août. L'échantillon du 28 août contenait plus de 70% de cellules d'Alexandrium spp., ce qui normalement indiquerait le début d'une deuxième floraison. Les échantillons récoltés dans les jours suivants ont démontré que ce phénomène n'a été que de très courte durée. Suite à cet événement, la biomasse phytoplanctonique fut relativement faible jusqu'à la fin de la saison et de brèves dominances des genres Protoperidinium, Scrippsiella, Thalassiosira, Chaetoceros et Leptocylindrus se sont établies. Les derniers échantillons de la saison étaient dominés par le genre Thalassiosira.

Les moules bleues, Mytilus edulis, échantillonnées pour la toxicité proviennent de deux sites distincts. Les moules de culture proviennent du même site que la station de suivi du phytoplancton. Il y a un décalage d'environ trois semaines entre le début de la floraison et le maximum de toxicité des mollusques (figure 9). Ce délai important peut résulter du fait qu'au début de la floraison, le phytoplancton était majoritairement dominé par deux espèces de diatomées centrales. Dans ce cas-ci, les données provenant des traits de filet viennent appuyer cette hypothèse.

STATION DE GRANDE-ENTRÉE (ILES DE LA MADELEINE)

Cette station fut échantillonnée du 14 juin au 18 octobre. Seuls des échantillons d'eau de surface ont été recueillis. Alexandrium spp. fut retrouvé dans tous les échantillons à l'exception de ceux du 4 juillet et du 3 octobre.

Les niveaux sont faibles, variant de 0,2 à 5 x 10^2 cellules/L (figure 10). La concentration la plus élevée fut retrouvée dans l'échantillon du 18 juillet.

Dinophysis spp. ne fut retrouvé que dans un seul échantillon, le 14 juin, à une concentration de 6 x 10^1 cellules/L.

Le phytoplancton du début-juin fut dominé par les genres Chaetoceros et Thalassiosira (figure 11). Alexandrium et Protoperidinium furent les espèces dominantes dans l'échantillon du 27 juin. Les mois de juillet et août se caractérise par l'alternance des dominances des tintinnides et du genre Chaetoceros alors que les tintinnides ont dominé le plancton de taille supérieure à 20 µm durant septembre. Une dominance des genres Thalassiosira et Skeletonema fut observé en octobre.

Les données de toxicité des mollusques proviennent de deux sites. Les moules de culture proviennent du même site que la station d'échantillonnage du phytoplancton alors que les myes proviennent du secteur est du havre de la Grande-Entrée. Aucun niveau de toxicité dépassant la limite de détection ne fut observé pour ces deux espèces (figure 11).

STATION DE SEPT-ILES

Cette station fut échantillonnée du 17 juillet au 5 octobre. Seuls des échantillons d'eau de surface ont été recueillis. Alexandrium spp. fut détecté du 31 juillet au 5 septembre (figure 12). Les niveaux observés sont relativement faibles, la concentration maximale détectée fut de 3,4 x 10^2 cellules/L le 22 août.

Des cellules du genre Dinophysis ont été retrouvées dans presque tous les échantillons et généralement en concentration plus élevée que Alexandrium. La concentration la plus élevée fut de 7,2 x 10^2 cellules/L (22 août).

La fraction du plancton de taille supérieure à 20 µm de la fin du mois de juillet fut dominée par les tintinnides et par le genre Skeletonema alors que le reste de la saison d'échantillonnage fut dominé par Chaetoceros. Il faut remarquer l'importance relative de Dinophysis au début du mois d'août (figure 13).

Le site d'échantillonnage des myes pour la toxicité est situé près de l'embouchure de la rivière Moisie située à environ 11 km à l'est de la station. Les niveaux de toxicité dans les mollusques sont demeurés sous le seuil de détection pour toute la période échantillonnée à l'exception de deux dates au mois de juillet alors que le programme de suivi du phytoplancton n'était pas encore en place (figure 13).

STATION DE PORT-DANIEL

Cette station fut échantillonnée du 4 juillet au 26 octobre. Seuls des échantillons d'eau de surface ont été recueillis. Alexandrium spp. ne fut retrouvé que dans l'échantillon du 4 juillet à un niveau de 4,4 x 10^2 cellules/L (figure 14).

Dinophysis fut retrouvé à une concentration de 1,6 x 10^3 cellules/L à la même date mais fut absent des échantillons jusqu'à la fin-septembre.

Le premier échantillon provenant des traits de filet était dominé par Alexandrium (figure 15) alors que tous les autres jusqu'à la mi-septembre étaient dominés par le

genre Ceratium. Les faibles biomasses phytoplanctoniques du reste de la saison d'échantillonnage furent dominées par les genres Ceratium, Scrippsiella et Chaetoceros. Le genre Dinophysis, bien que jamais dominant, constitue une partie importante du phytoplancton aux mois de juillet et août (figure 15).

Les données de toxicité proviennent de deux sites. Les myes ont été échantillonnées dans la baie de Port-Daniel à environ 3 km au nord-ouest de la station alors que les moules proviennent du même site que la station d'échantillonnage du phytoplancton. Aucune toxicité détectable ne fut retrouvée dans les myes. Les niveaux de toxicité des moules ont atteint un maximum en même temps qu'Alexandrium était détecté dans les échantillons d'eau. Ces résultats démontrent que l'échantillonnage a débuté alors qu'une floraison importante d'Alexandrium se terminait, il est ainsi impossible d'établir le temps requis pour la contamination des mollusques suite à l'apparition de la floraison toxique à cette station.

STATION DE CARLETON

La station de Carleton fut échantillonnée du 22 juin au 24 août. Seuls des échantillons d'eau de surface furent récoltés. Alexandrium fut détecté en faible concentration (4×10^1 cellules/L) dans un seul échantillon, le 28 juin (figure 16).

Dinophysis spp. fut présent dans les trois premiers échantillons récoltés mais en concentrations égales au seuil de détection de la méthode de comptage utilisée (2×10^1 cellules/L).

Les échantillons provenant des traits de filet ont été dominés par le genre Chaetoceros jusqu'à la fin-juillet. Les échantillons du 31 juillet et du 7 août étaient respectivement dominés par le genre Ceratium et Chaetoceros alors les échantillons du reste de la période d'échantillonnage furent dominés par Rhizosolenia. Il faut remarquer la très faible importance relative des genres Alexandrium et Dinophysis dans les traits de filets de cette station (figure 17).

Le site d'échantillonnage des moules est le même que celui de la station de suivi du phytoplancton. Aucun niveau de toxicité supérieur à la limite de détection ne fut observé à cette station.

STATION DE BAIE-DES-CAPUCINS

Cette station fut échantillonnée du 23 mai au 16 novembre. Seuls des échantillons d'eau de surface furent récoltés. Alexandrium fut détecté du 23 mai au 25 août et la concentration maximale atteinte fut de $1,0 \times 10^3$ cellules/L le 25 août (figure 18).

Dinophysis spp. ne fut détecté dans aucun échantillon.

Le mode d'échantillonnage sur la plage n'a pas permis l'utilisation d'un filet à plancton, il n'y a donc pas de renseignements sur les dominances disponibles pour cette station.

Les données de toxicité des myes proviennent du même site que la station de suivi du phytoplancton. Les niveaux de toxicité démontrent deux pics (figure 19), un à la mi-juin et un à la mi-septembre, le second étant le plus élevé. Le second pic est le résultat de la floraison qui fut détectée dans l'échantillon du 25 août (figure 19). La faible fréquence d'échantillonnage ne permet pas de déterminer le délai nécessaire à la contamination des mollusques suite à l'apparition d'une floraison.

STATION DE TADOUSSAC

L'échantillonnage à ce site fut réalisé entre le 29 juillet et le 18 novembre. Seuls des échantillons d'eau de surface furent prélevés à ce site. Durant cette période, Alexandrium ne fut détecté que dans l'échantillon du 19 août à une concentration de 6 x 10^1 cellules/L (figure 20).

Aucune cellule de Dinophysis spp. ne fut détectée durant toute la période d'échantillonnage.

L'échantillonnage ayant été réalisé de la même façon qu'à la station de Baie-des-Capucins, les données de dominance ne sont pas disponibles.

Les échantillons de mollusques ont été prélevés sur le même site que la station de suivi du phytoplancton. La toxicité maximale est apparue rapidement à la mi-juin (figure 21), elle fut suivie d'un deuxième pic de toxicité plus faible à la mi-juillet. L'échantillonnage du phytoplancton ayant débuté après la période de floraison, il n'est pas possible de déterminer le délai nécessaire à la contamination des mollusques.

DISCUSSION

Les résultats présentés dans ce rapport confirment que les floraisons d'algues toxiques n'ont pas la même dynamique à tous les sites. Les stations situées dans le bas Saint-Laurent présentent deux floraisons d'Alexandrium spp. à l'été 1989 alors qu'une seule fut détectée à la plupart des autres sites durant la même période. La floraison de printemps s'est produite de façon presque simultanée à tous les sites entre la deuxième semaine de juin et la deuxième semaine de juillet. Malgré un certain synchronisme, l'intensité des floraisons varie d'un site à l'autre. Dans la baie des Chaleurs, on remarque une diminution des concentrations de cellules vers l'intérieur de la baie. Dans l'estuaire, les régions de Baie-Comeau et de Sainte-Flavie furent plus touchées que celles de Tadoussac et de Sept-Iles. Les données physico-chimiques recueillies ne permettent pas d'expliquer la dynamique des floraisons, ces données sont néamoins présentées en annexe.

L'échantillonnage aux Iles-de-la-Madeleine a permis d'en apprendre plus sur la composition du phytoplancton dans la lagune de Grande-Entrée. La présence d'Alexandrium spp. à cet endroit fut confirmée malgré que les données historiques de toxicité démontrent que les mollusques n'atteignent pas un niveau de toxicité détectable par bioessais. Cependant la présence d'Alexandrium spp. confirme l'importance d'un programme efficace de surveillance des stocks de mollusques sauvages et cultivés. Il sera important de suivre l'évolution de la population d'Alexandrium à cet endroit afin de déterminer si elle est peut atteindre des niveaux problématiques pour les producteurs de mollusques.

Les niveaux de toxicité des mollusques varient d'un site à l'autre. Les variations de concentration d'Alexandrium spp. explique en bonne partie ces différences. De plus, les stations situées au large ayant généralement des niveaux de toxicité plus élevés que celles situées en zone intertidale, ces dernières subissant l'effet périodique des marées. Une importante différence inter-spécifique est aussi confirmée, M.edulis étant constamment plus toxique que M.arenaria à un même site. Cette différence est liée aux taux de filtration et d'élimination des toxines très différents de ces

deux organismes. Nos observations ne permettent pas d'expliquer les niveaux de toxicité atteints à certaines stations, dont celle de Gascons. Il a déjà été démontré que la toxicité d'une même espèce d'algue toxique peut varier considérablement à l'intérieur de son aire de distribution (Cembella et al. 1988). La connaissance de la toxicité d'Alexandrium aux différents sites serait un atout pour mieux comprendre la dynamique de contamination des mollusques.

Nos résultats montrent qu'un délai d'environ une semaine est généralement nécessaire pour que les niveaux de toxicité augmentent de façon significative suite à l'apparition d'une floraison. Les données présentées ne permettent pas de déterminer la cause de ce délai. Malgré qu'on observe généralement un délai, certaines floraisons peuvent survenir très rapidement et n'être détectées qu'en même temps que la contamination des mollusques. L'augmentation de la fréquence d'échantillonnage durant les périodes à risque élevé devrait permettre d'améliorer l'aspect prévisionnel de ce projet.

Il fut récemment confirmé que les espèces de Dinophysis de l'est du Québec ont la capacité de produire de l'acide okadoïque (Cembella 1989) lequel est responsable de l'intoxication diarrhéique par les mollusques. Nos résultats montrent que Dinophysis spp. est largement distribué sur tout le territoire étudié. Sa distribution verticale est moins bien défini que pour Alexandrium spp. et on retrouve fréquemment ce genre en concentration importante à 20 mètres. Il est probable que cette caractéristique soit liée au mode d'alimentation hétérotrophe facultatif de plusieurs espèces de Dinophysis qui seraient ainsi moins dépendantes de la quantité de lumière disponible. Les concentrations observées ainsi que leur importance relative dans le phytoplancton porte à croire que ces espèces constituent une source de nourriture non négligeable pour les mollusques à certaines périodes de l'année. Il y aurait donc un risque potentiel de contamination des mollusques à certains sites. La mise en place d'un système de détection de ces toxines est impératif afin de garantir la qualité des mollusques récoltés.

Une seule mention de N. pungens fut rapportée durant toute la saison. Pour cette raison, il n'a pas été jugé utile d'inclure cette espèce dans les figures. L'absence quasi complète de N. pungens du territoire étudié est certainement un atout pour les éleveurs de mollusques; cependant, les programmes ultérieurs de suivi des espèces toxiques devront quand même chercher à détecter la présence de cette espèce dans le secteur étudié.

EVALUATON DES MÉTHODES

Après avoir pris connaissance des résultats pour toutes les stations, il est utile d'apporter certaines précisions. La méthode de comptage des échantillons provenant des bouteilles prévoit une pré-concentration par une facteur de 10. Pour les échantillons provenant des traits de filet, le facteur de concentration moyen pour une profondeur de 15 mètres est de 6000, ce qui permet un seuil de détection de 1,6 cellules/L avec la méthode utilisée. Ainsi, les traits de filet permettent de détecter des espèces présentes en concentrations très faibles. Or il y a, pour certains sites, des cas où les traits de filet permettront de détecter la présence d'algues toxiques alors que la concentration dans la colonne d'eau est insuffisante pour qu'on détecte

ces algues dans les bouteilles. Il faut comprendre que ces deux types d'échantillons fournissent des renseignements complémentaires sur la composition du phytoplancton. Les traits de filets, dont les résultats sont exprimés en pourcentage du total, permettent d'évaluer rapidement quelle est la composition relative du phytoplancton mais donnent peu d'indication de la concentration de ces espèces dans la colonne d'eau. Celle-ci est obtenue par le comptage des échantillons provenant des bouteilles. En l'absence d'un quelconque indice de biomasse phytoplanctonique, les proportions relatives des espèces toxiques doivent être interprétées avec prudence s'il n'y a pas d'autres comptages disponibles. Une façon de rendre ces résultats plus utiles serait d'évaluer, pour chaque site, quel volume d'eau est filtré par le filet à chaque trait. La qualité des résultats obtenus seraient liée à la reproductibilité de l'échantillonnage.

L'échantillonnage tel que réalisé en 1989 a fait appel à trois types de sites différents. Premièrement, certains sites ont été échantillonnés à partir d'embarcation, en pleine eau, à une certaine distance de la côte. A d'autres stations, les échantillons ont été prélevés à partir de quais en eau profonde. Finalement, à deux sites, l'échantillonnage fut réalisé à partir des plages en eau peu profonde. L'utilisation d'une embarcation fournit généralement des échantillons de bonne qualité alors que les échantillons récoltés à partir des quais contiennent souvent des quantités importantes de sédiments ou de débris organiques; surtout lorsque l'eau est agitée. Les échantillons provenant des plages contiennent beaucoup de sable et de matériel organique et cette méthode devrait être proscrite à l'avenir. Il est de l'avis des auteurs que la méthode de choix est l'utilisation d'embarcations mais que l'échantillonnage à partir de quais où l'eau est suffisamment profonde peut constituer un compromis acceptable là où il n'y a pas de meilleure alternative. L'interprétation des résultats devra cependant tenir compte des caractéristiques de ces sites.

Le programme, tel que réalisé en 1989, a nécessité l'intervention de plus de trente individus différents pour réaliser l'échantillonnage à tous les sites. Suite à l'expérience de 1989, il apparaît que la démonstration sur le site demeure la meilleure façon d'assurer la qualité et la reproductibilité de l'échantillonnage. Il faudra donc privilégier ce type d'intervention à l'avenir.

CONCLUSION

Les résultats obtenus suite à cette première saison ont permis d'augmenter nos connaissances sur la distribution de deux genres d'algues toxiques. Si le programme doit se poursuivre, il serait avantageux d'élargir la zone visée vers l'est pour couvrir la basse côte nord où il existe aussi un potentiel pour l'élevage des mollusques. Il faut améliorer la qualité de l'échantillonnage, notamment par une meilleure formation des échantillonneurs et par un meilleur choix des sites. Le but du programme étant aussi d'acquérir des connaissances de base sur la distribution des espèces de phytoplancton toxique dans nos eaux, il est clair que quelques années supplémentaires d'échantillonnage seront nécessaires pour évaluer la variabilité annuelle des phénomènes observés. A moyen terme, un tel programme devrait être adapté pour

servir uniquement les sites où il y a élevage de mollusques ou un potentiel réel d'élevage et éviter les sites où la toxicité est endémique.

REMERCIEMENTS

Le programme d'échantillonnage de l'été 1989 n'aurait pas été possible sans la participation de plusieurs personnes qui ont assumé la responsabilité de l'échantillonnage à leurs stations respectives. Aux Iles-de-la-Madeleine, Bruno Myrand du ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec (MAPAQ) a coordonné l'échantillonnage dans la lagune de Grande-Entrée. A Gaspé, Michel Desbiens (MAPAQ) en a fait de même pour le travail réalisé dans la baie de Gaspé. John Bonardelli (Aquatek mariculture Inc.), Yves Lebel (Aquapêche Inc.) et Jacques Marcoux (Produits Baie-Bleue Inc.) ont supervisé l'échantillonnage sur leurs sites d'élevage respectifs dans la baie des Chaleurs. Michael Betts (Pro-faune Inc.) fut responsable du travail fait à Tadoussac, Baie-Comeau et Natashquan. John Blanchette et Alain Bezeau ont réalisé l'échantillonnage sur le site de Sept-Iles. Le Dr Alec Aitken s'est chargé de la station située à Baie des Capucins. Finalement, la station située à Ste-Flavie fut prise en charge par le premier auteur. En plus des coordinateurs, plusieurs personnes ont contribué à la réalisation de l'échantillonnage, dont: Marc-Antoine Dion, Christian Sauvé, Christian Beaudoin, Pierre Kaltenback, Laure Devine-Castonguay, Jean-Guy Carbonneau, Nathalie Moisan, Eric Dionne, Willie Lantin, Yves Morin, Judith Gagnon, Eric Bujold, Jean Côté, Anne St-Jean, Jean-Guy Turbide, Danielle Packwood, Louise Therrien, Nadine Lelièvre, Sharon Thibault et Michel Tremblay. Jean-Pierre Leblanc et Hanadie Chebib ont contribué à la compilation des résultats. Des remerciements vont aussi à André Ducharme qui a conçu le logiciel original pour la saisie des données. Des remerciements particuliers vont à Mme Johanne Turgeon qui a réalisé les comptages et identifications, ainsi qu'à M. Roger Gélinas (Pêches et Océans, Inspection) qui a gracieusement fourni les résultats de toxicité des mollusques.

REFERENCES

Cembella, A.D. 1989. Occurence of okadaic acid, a major diarrheic shellfish toxin, in natural populations of Dinophysis spp. from the eastern coast of North America. J. Appl. Phycol. 1:307-310.

Cembella, A.D. et J.-C. Therriault. 1989. Population dynamics and toxin composition of Protogonyaulax tamarensis from the St. Lawrence estuary. dans Red tides: Biology, Environmental Science and Toxicology, T. Okaichi, D.M. Anderson et T. Nemoto (éd.), Elsevier Science Pub. Co. New York, pp. 81-84.

Cembella, A.D., J.-C. Therriault et P. Béland. 1988. Toxicity of cultured isolates and natural populations of Protogonyaulax tamarensis from the St.Lawrence estuary. J. Shellfish Res. 7:611-621.

Ganong, W.F. 1889. The economic mollusca of Acadia. Bull. Nat. Hist. Soc. New Brunswick 8, 116 p.

Larocque, R. et A.D. Cembella. 1990. Ecological parameters associated with the seasonal occurence of Alexandrium spp. and consequent shellfish toxicity in the lower St.Lawrence estuary (eastern Canada). dans Toxic Marine Phytoplankton, E. Graneli, B. Sundström, L. Edler et D.M. Anderson (éd.), Elsevier Science Pub. Co. New York, pp. 368-373.

Medcof, J.C., A.H. Leim, A.B. Needler et A.W.H. Needler. 1947. Paralytic shellfish poisoning on the Canadian Atlantic coast. Bull. Fish. Res. Bd Can. 75, 32 p.

Prakash, A., J.C. Medcof and A.D. Tennant. 1971. Paralytic shellfish poisoning in eastern Canada. Fish. Res. Bd Can., Bull. 177. 87 p.

Therriault, J.-C., J. Painchaud et M. Levasseur. 1985. Factors controlling the occurence of Protogonyaulax tamarensis and shellfish toxicity in the St.Lawrence estuary: freshwater runoff and the stability of the water column. dans Toxic Dinoflagellates, D.M. Anderson, A.W. White, D.G. Baden (éd.), Elsevier Science Pub. Co. New York, pp. 141-146.

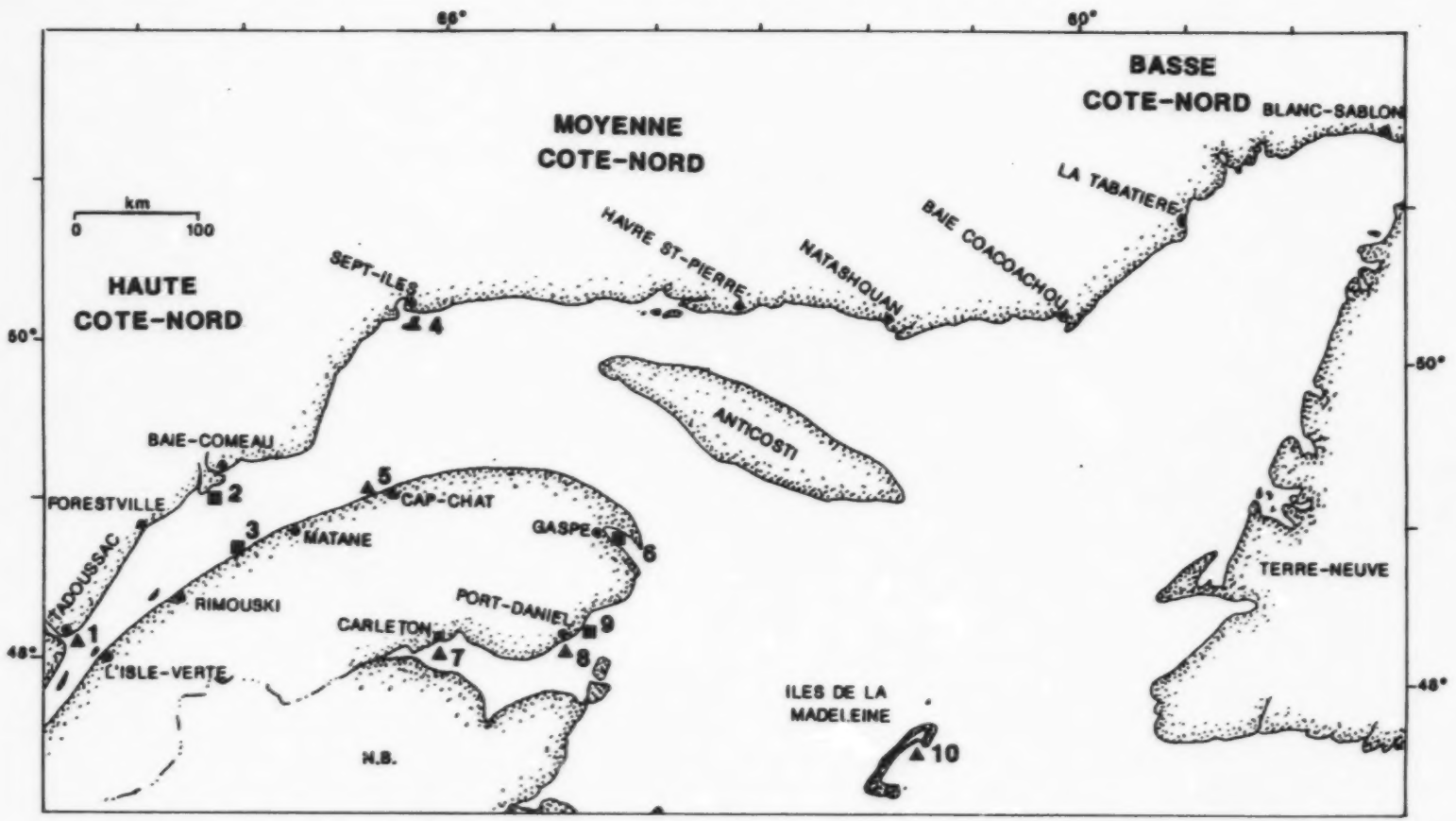


Figure 1. Carte indiquant la localisation des sites échantillonnés ainsi que le type d'échantillonnage réalisé à chaque station. 1: Tadoussac; 2: Baie-Comeau; 3: Sainte-Flavie; 4: Sept-Iles; 5: Baie-des-Capucins; 6: Gaspé; 7: Carleton; 8: Port-Daniel; 9: Gascons; 10: Grande-Entrée,
▲: échantillonnage de surface; ■: échantillonnage complet.

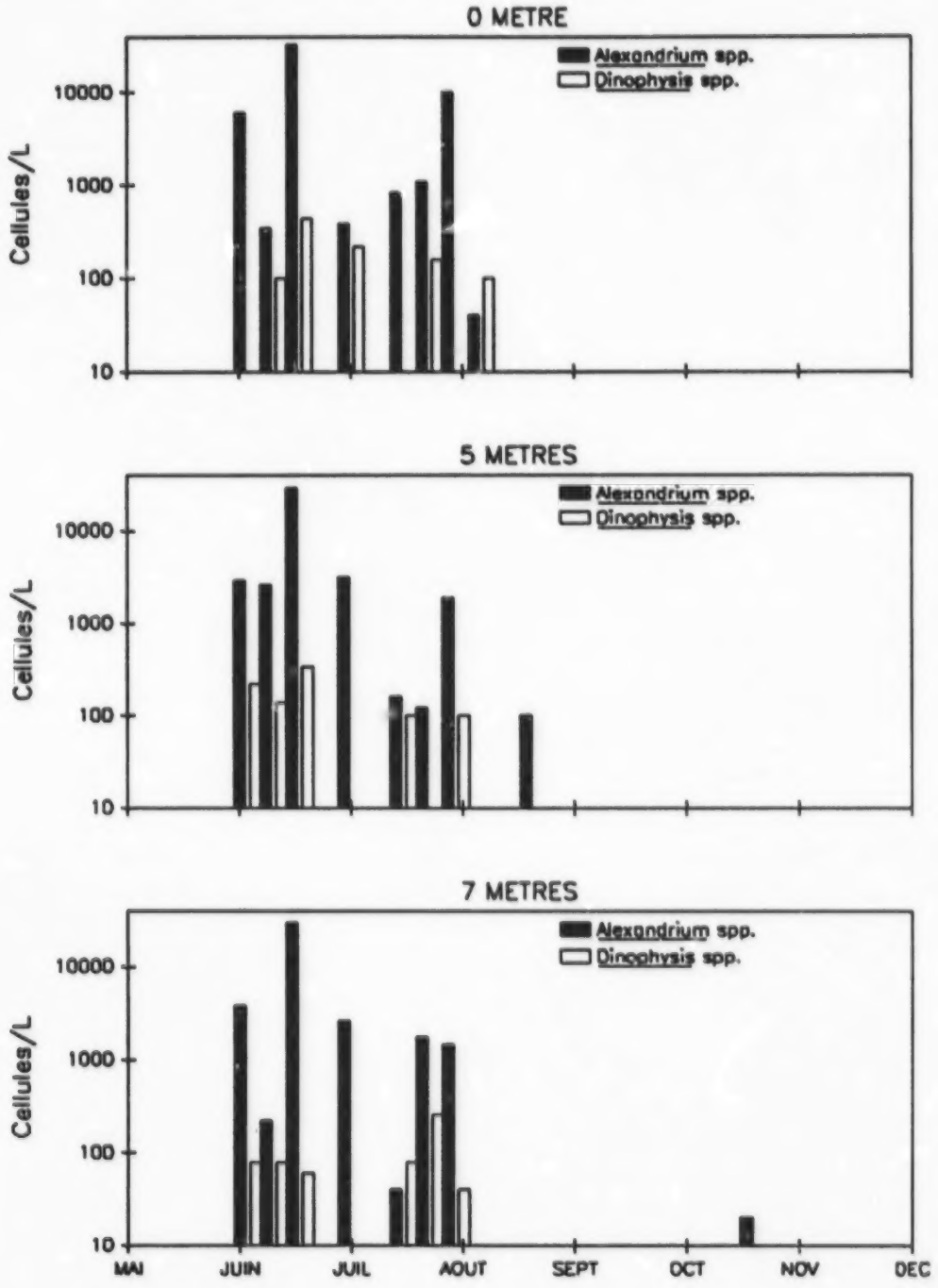


Figure 2. Concentrations d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp.à trois profondeurs, station de Sainte-Flavie.

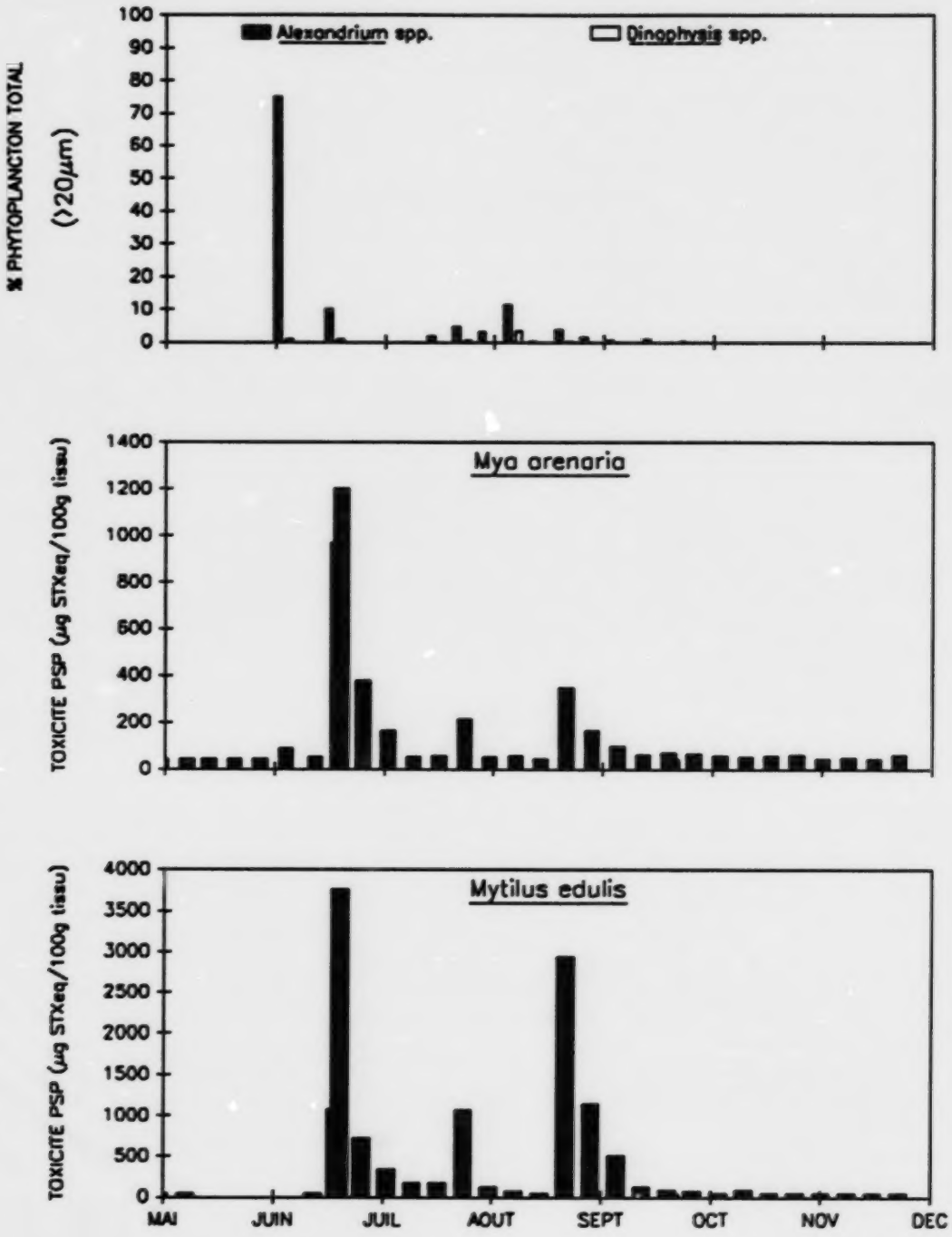


Figure 3. Pourcentages d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp. dans les traits de filet (20 µm) et toxicité des mollusques à la station de Sainte-Flavie.

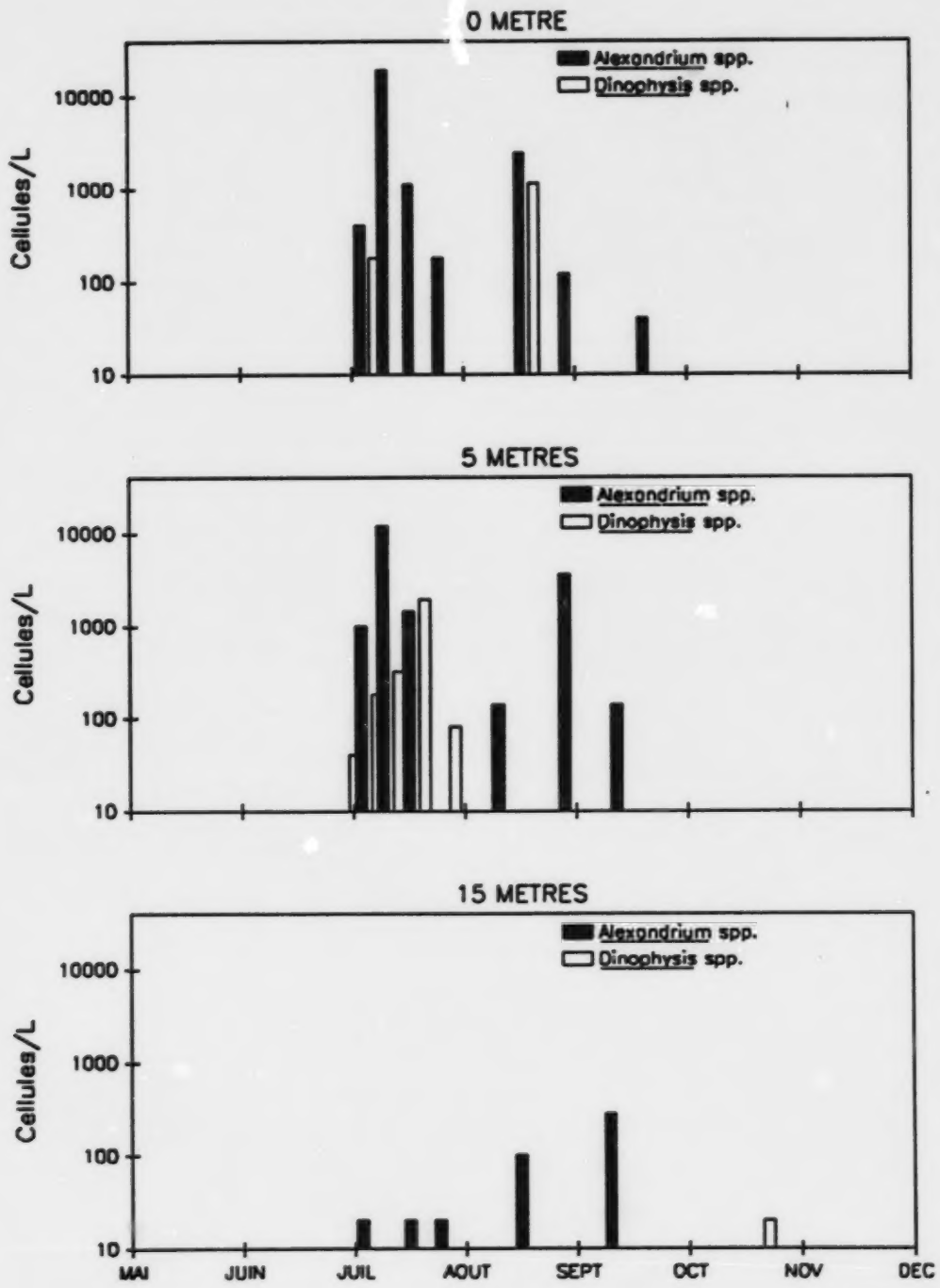


Figure 4. Concentrations d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp.à trois profondeurs, station de Baie-Comeau.

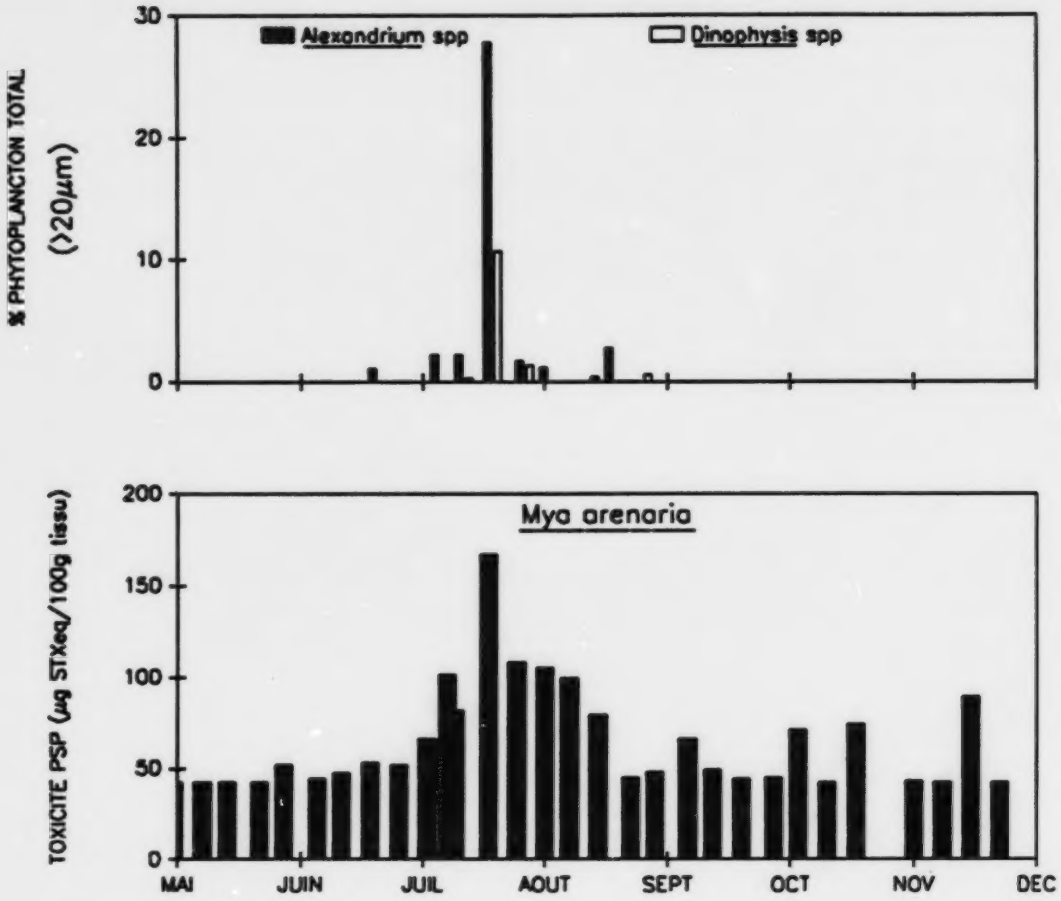


Figure 5. Pourcentages d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp. dans les traits de filet (20 µm) et toxicité des mollusques à la station de Baie-Comeau.

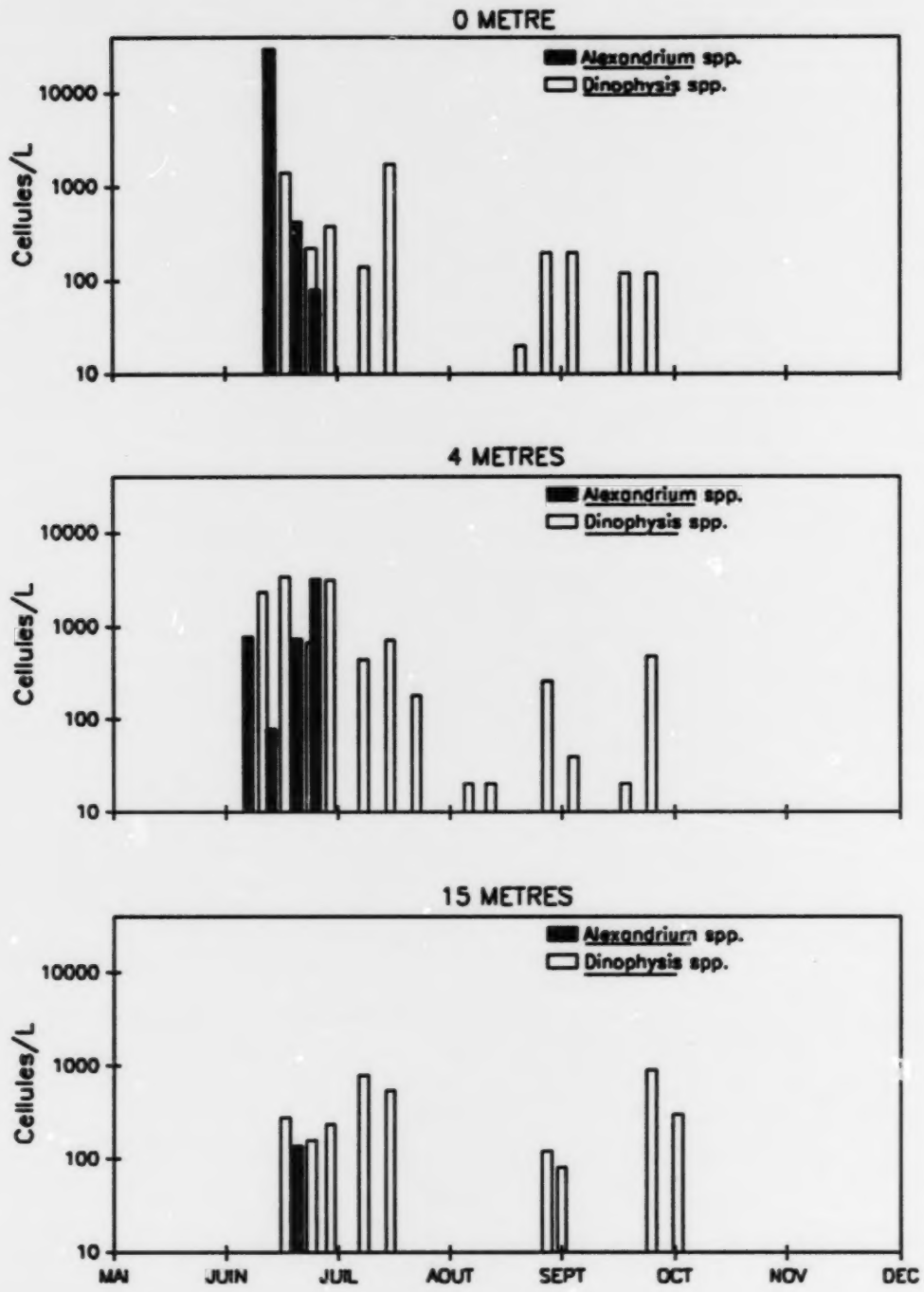


Figure 6. Concentrations d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp.à trois profondeurs, station de Gaspé.

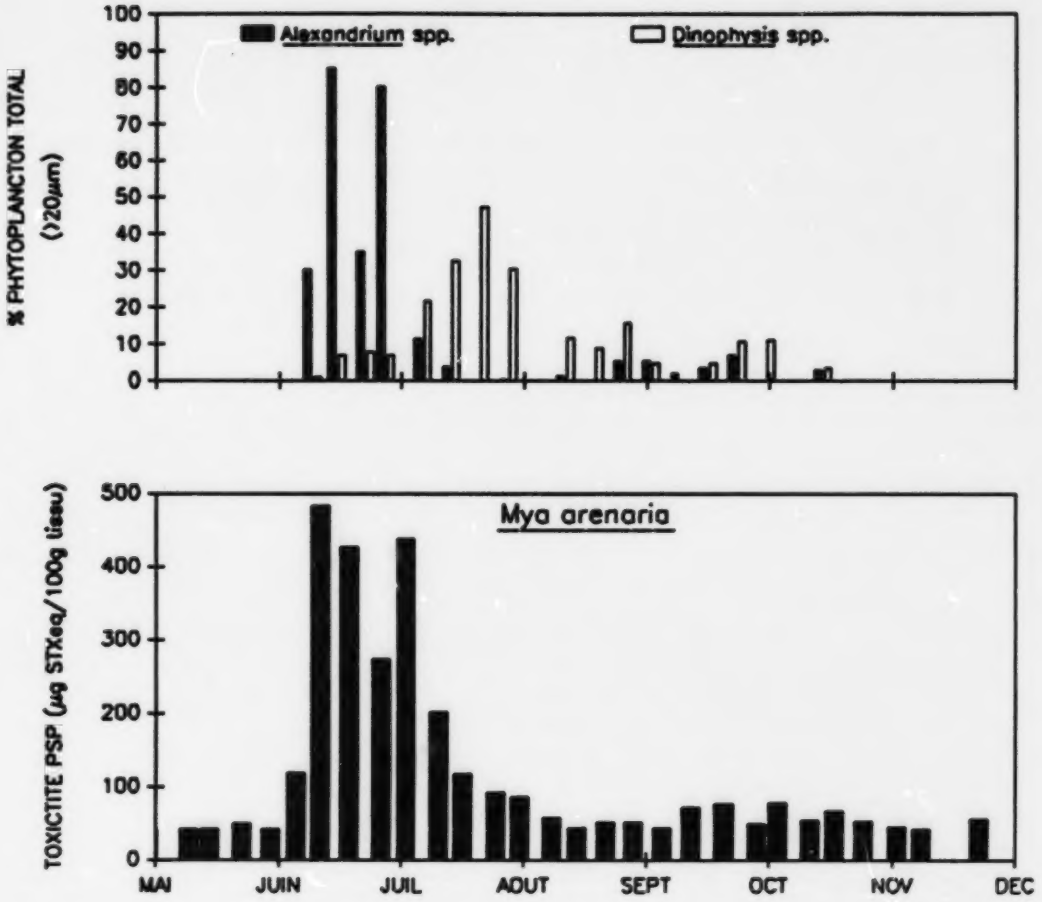


Figure 7. Pourcentages d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp. dans les traits de filet (20 µm) et toxicité des mollusques à la station de Gaspé.

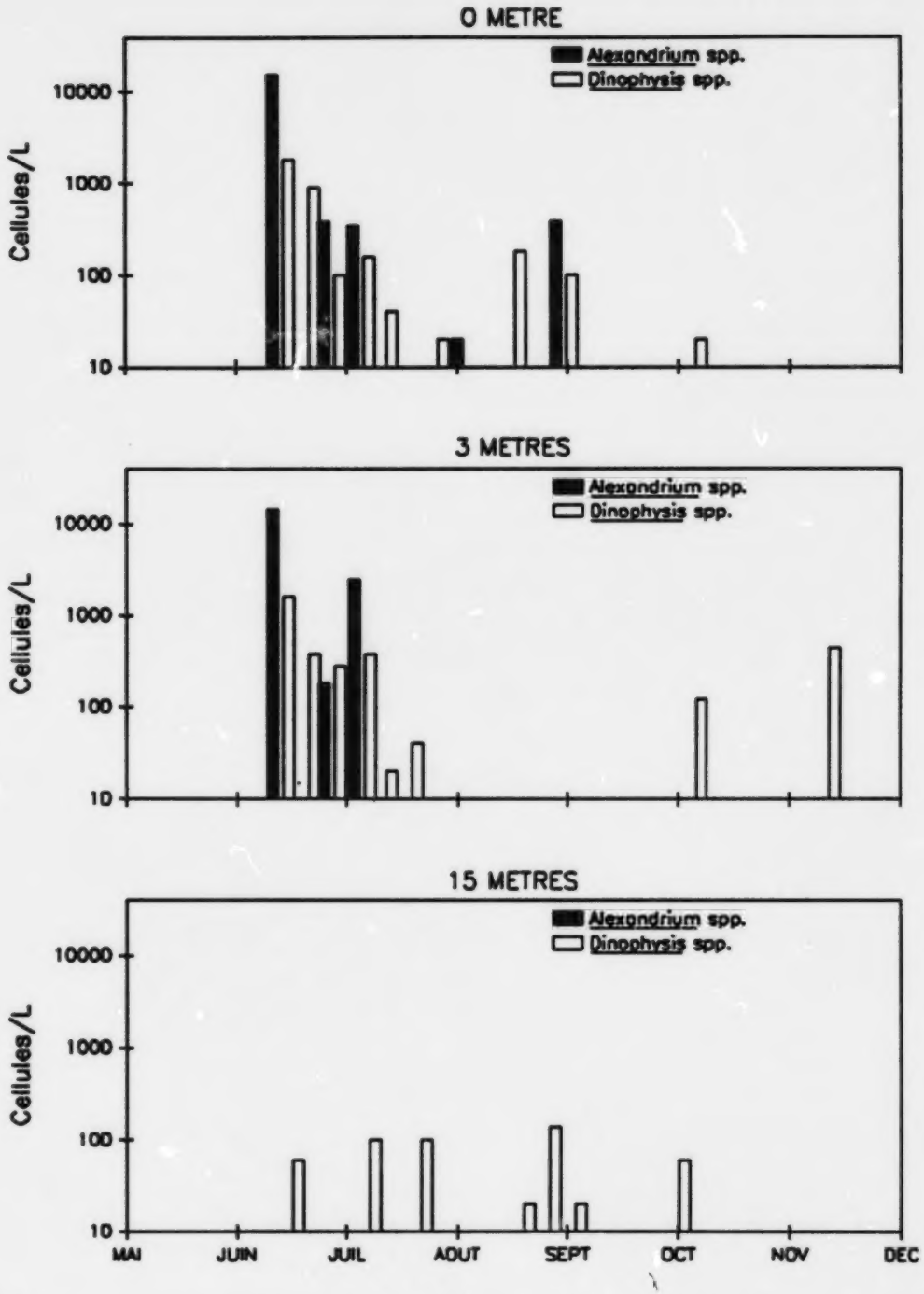


Figure 8. Concentrations d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp.à trois profondeurs, station de Gascons.

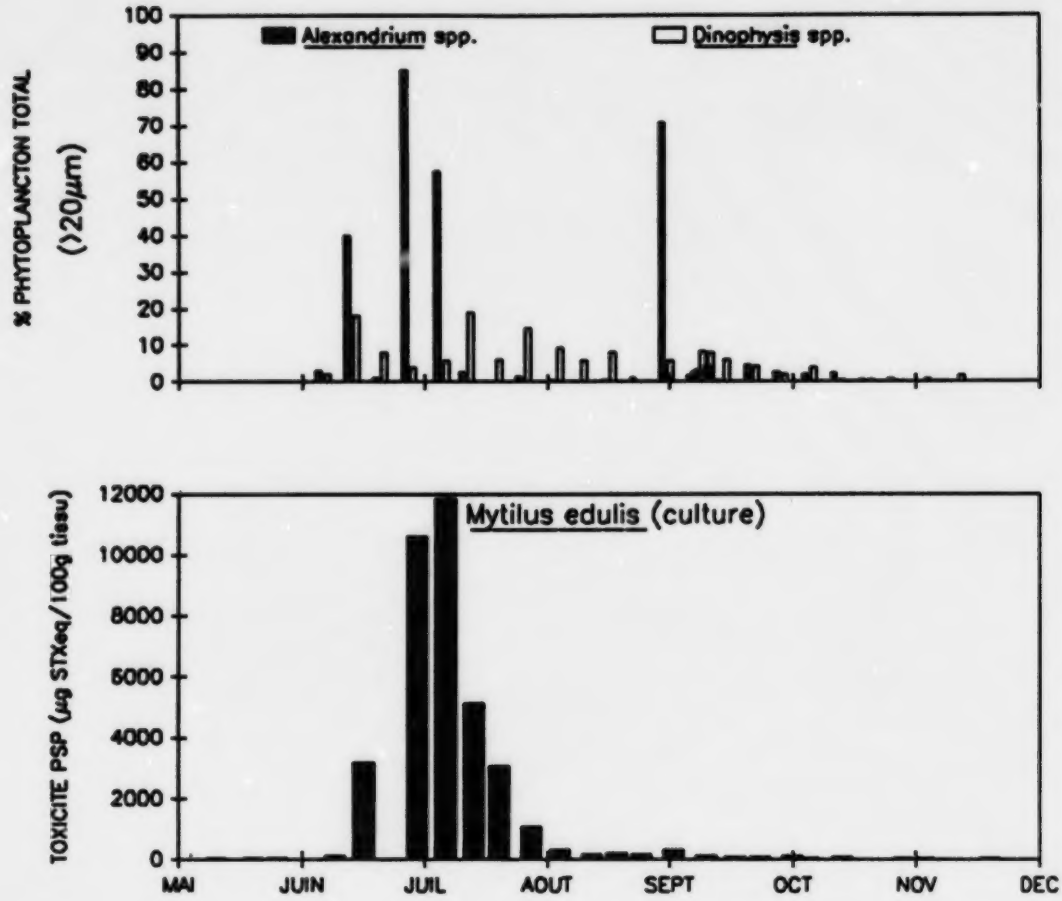


Figure 9. Pourcentages d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp. dans les traits de filet (20 µm) et toxicité des mollusques à la station de Gascons.

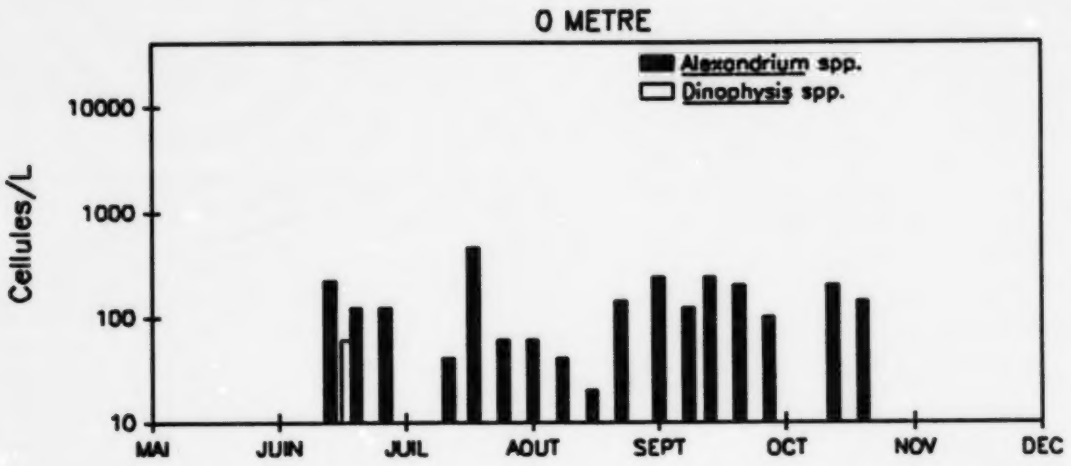


Figure 10. Concentrations d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp. en surface, station de Grande-Entrée.

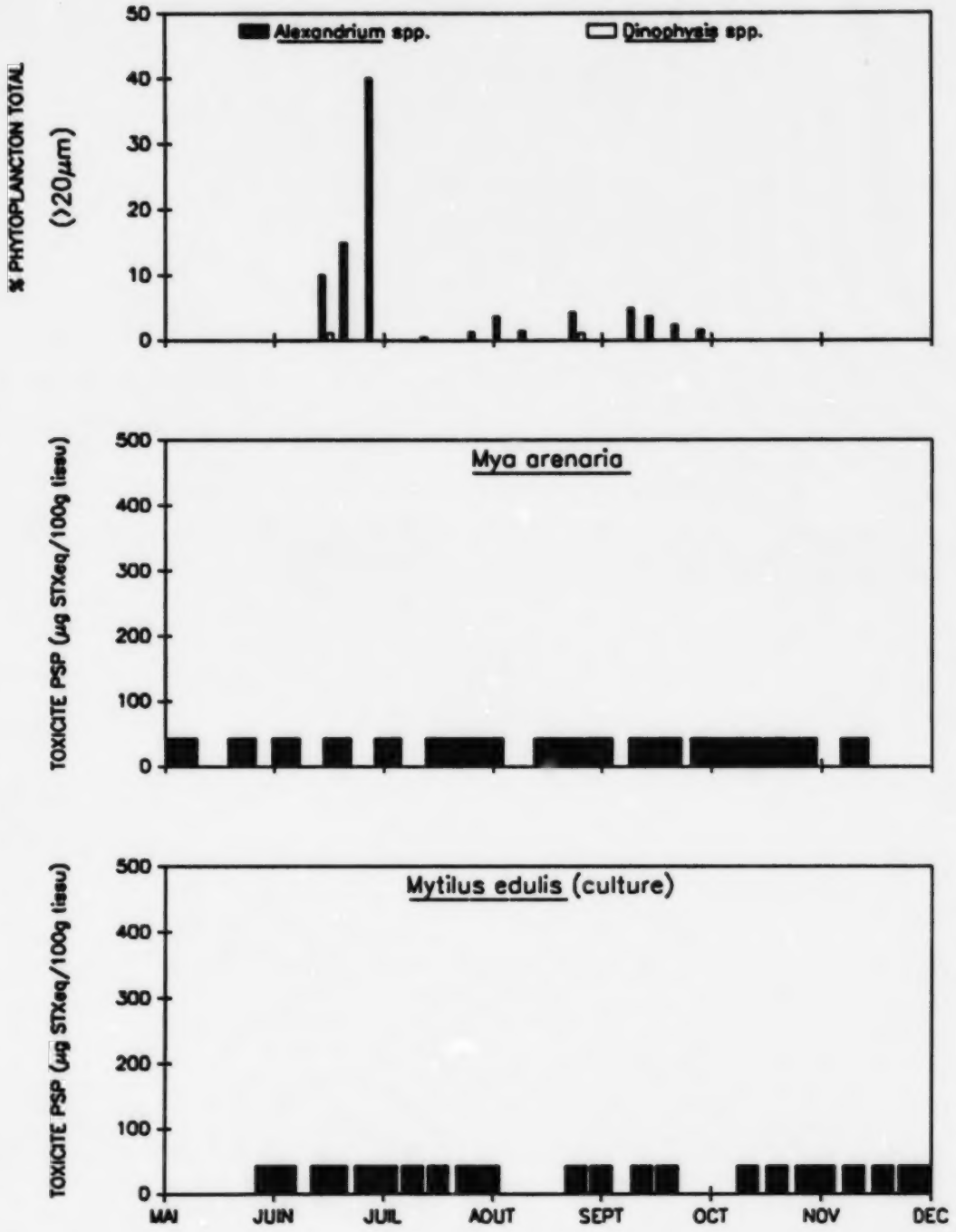


Figure 11. Pourcentages d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp. dans les traits de filet (20 µm) et toxicité des mollusques à la station de Grande-Entrée.

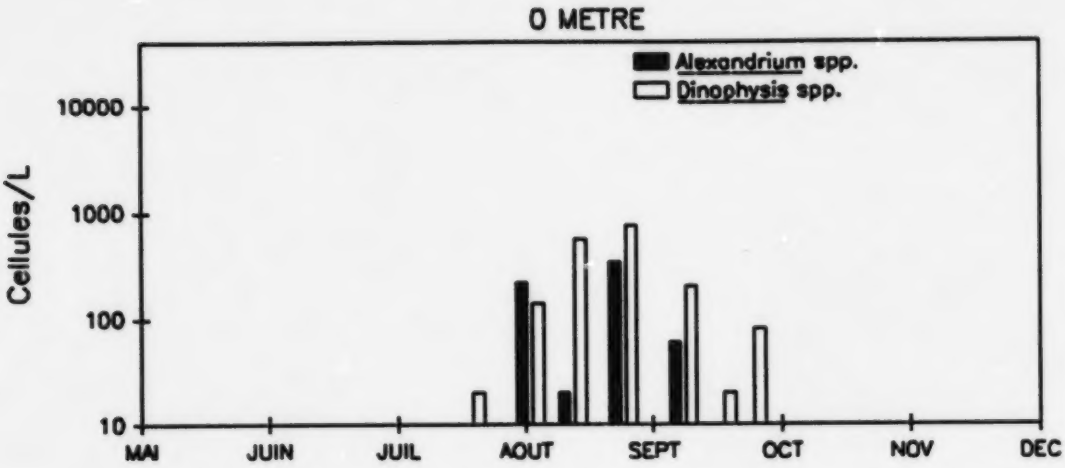


Figure 12. Concentrations d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp. en surface, station de Sept-Iles.

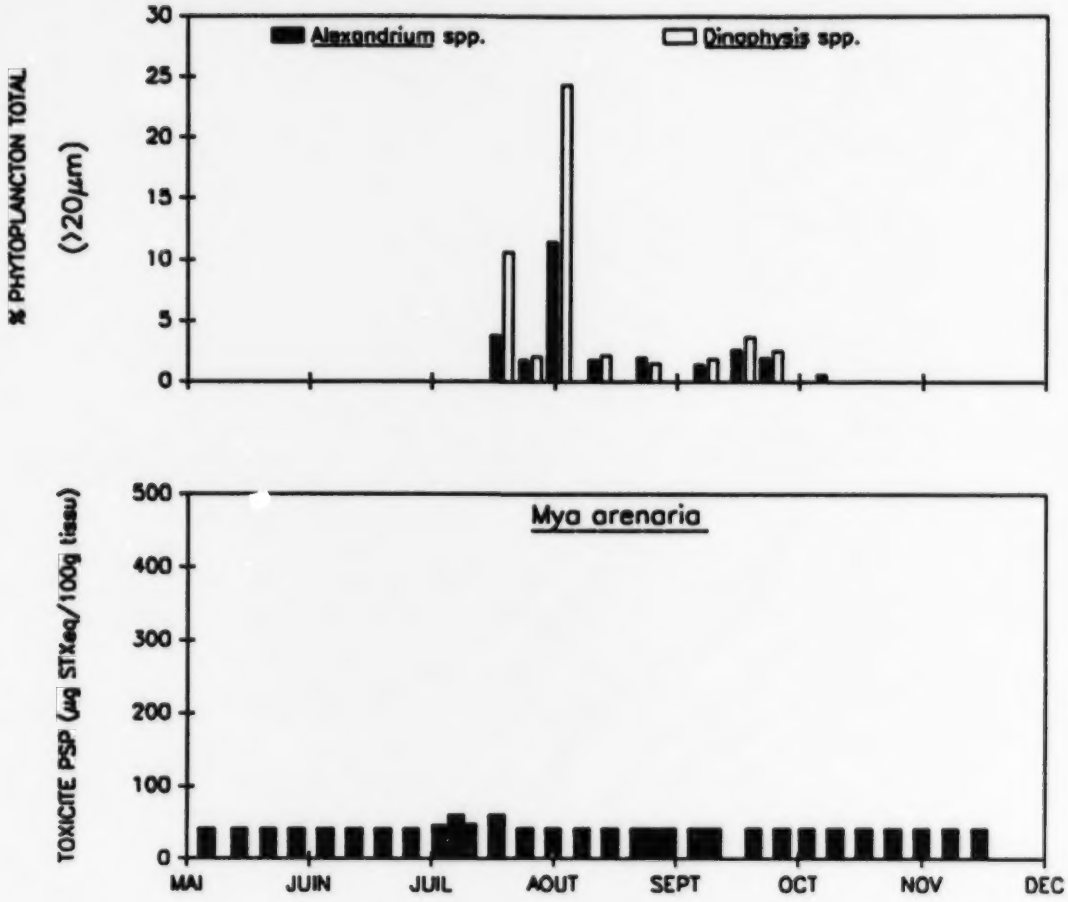


Figure 13. Pourcentages d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp. dans les traits de filet (20µm) et toxicité des mollusques à la station de Sept-Iles.

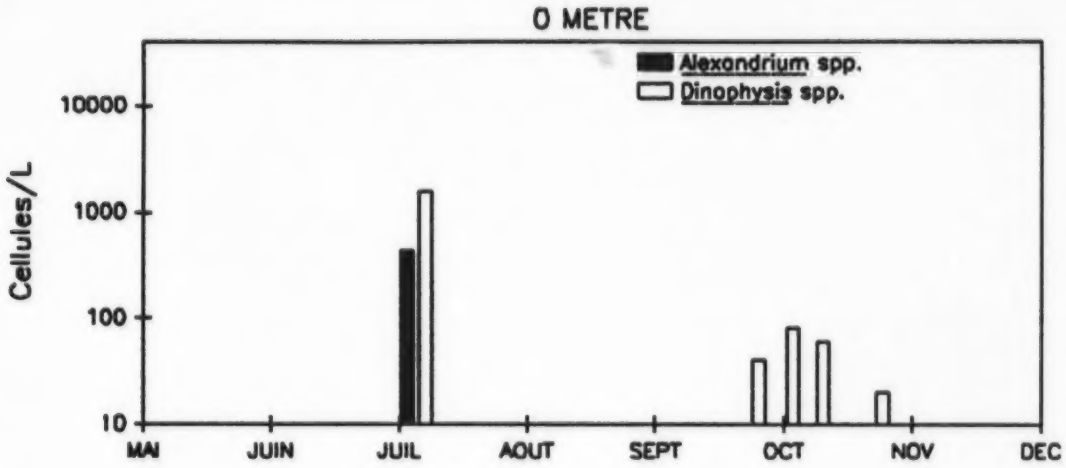


Figure 14. Concentrations d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp. en surface, station de Port-Daniel.

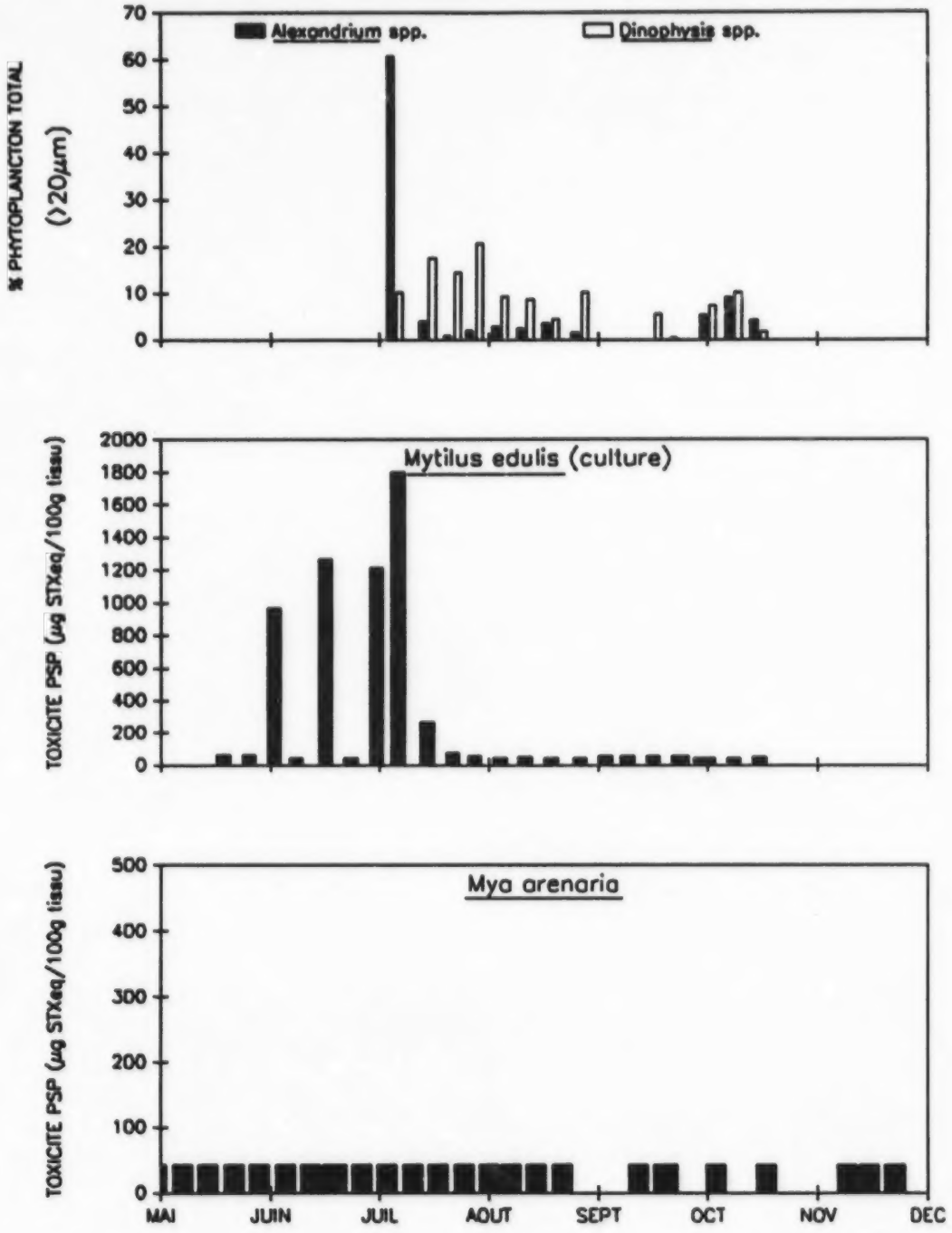


Figure 15. Pourcentages d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp. dans les traits de filet (20µm) et toxicité des mollusques à la station de Port-Daniel.

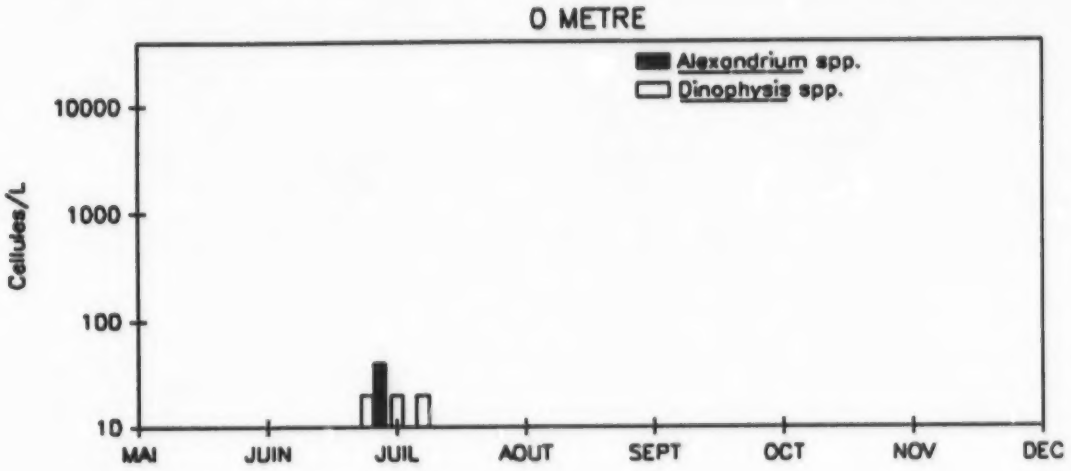


Figure 16. Concentrations d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp. en surface, station de Carleton.

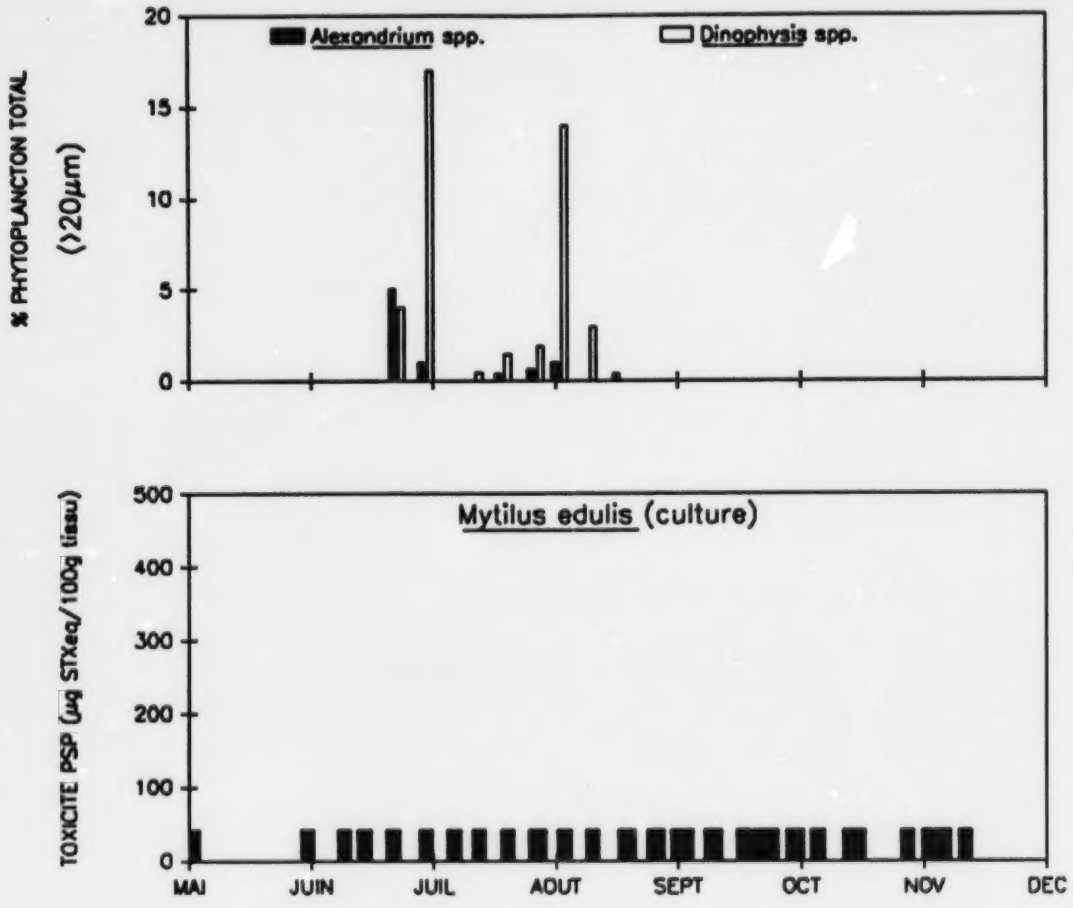


Figure 17. Pourcentages d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp. dans les traits de filet (20µm) et toxicité des mollusques à la station de Carleton.

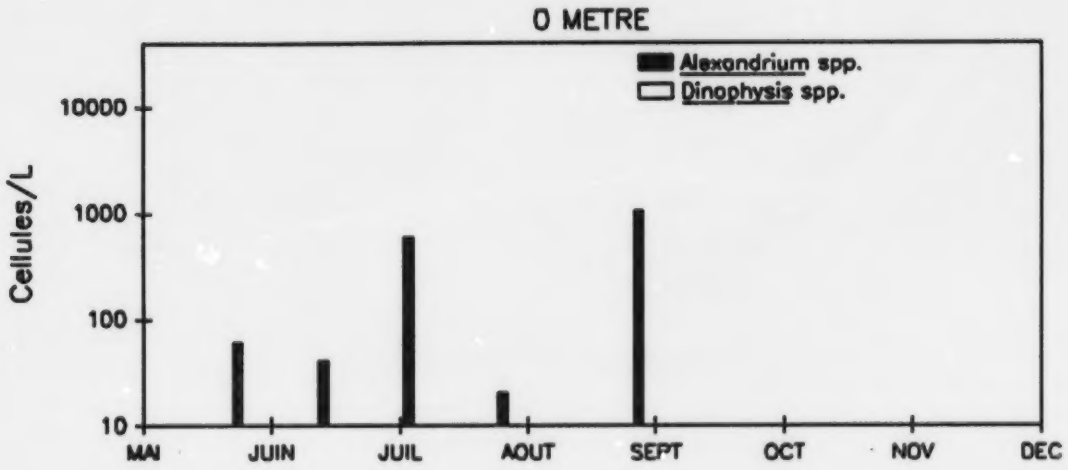


Figure 18. Concentrations d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp. en surface, station de Baie-des-Capucins.

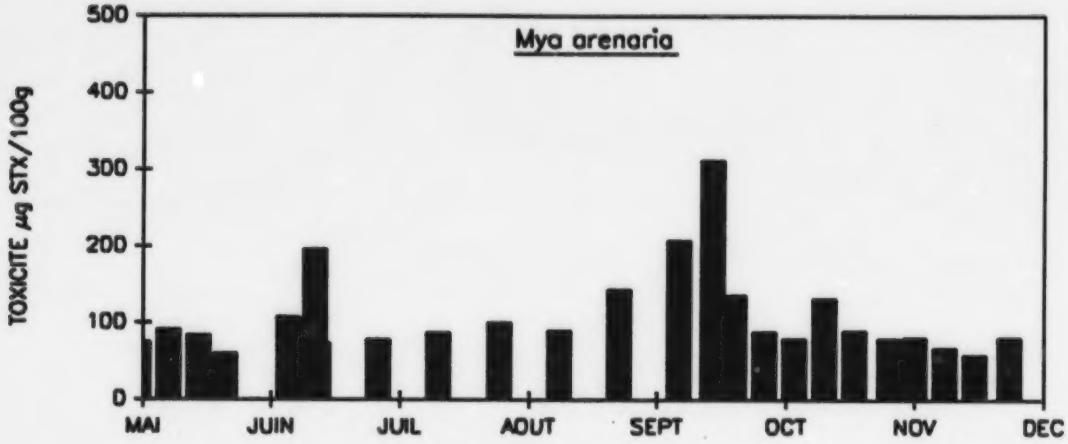


Figure 19. Toxicité des mollusques à la station de Baie-des-Capucins.

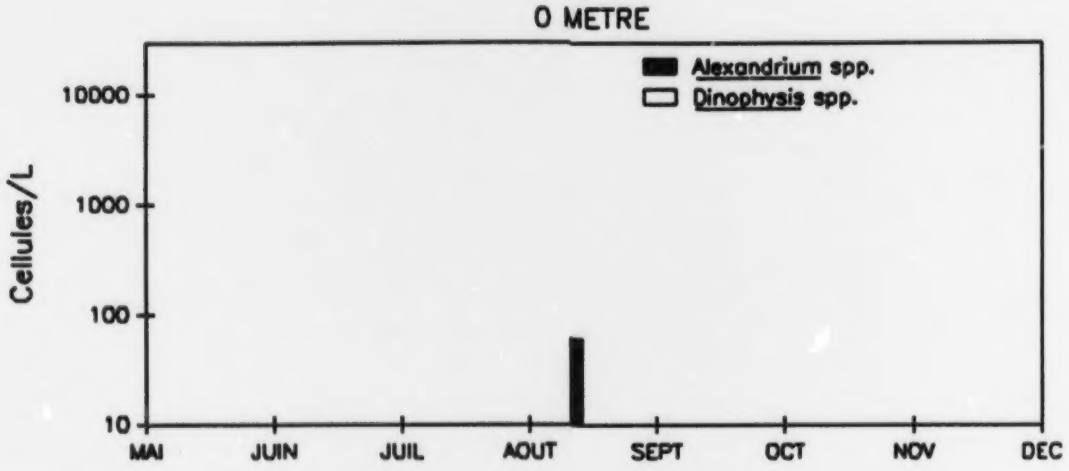


Figure 20. Concentrations d'Alexandrium spp. et de Dinophysis spp. en surface, station de Tadoussac.

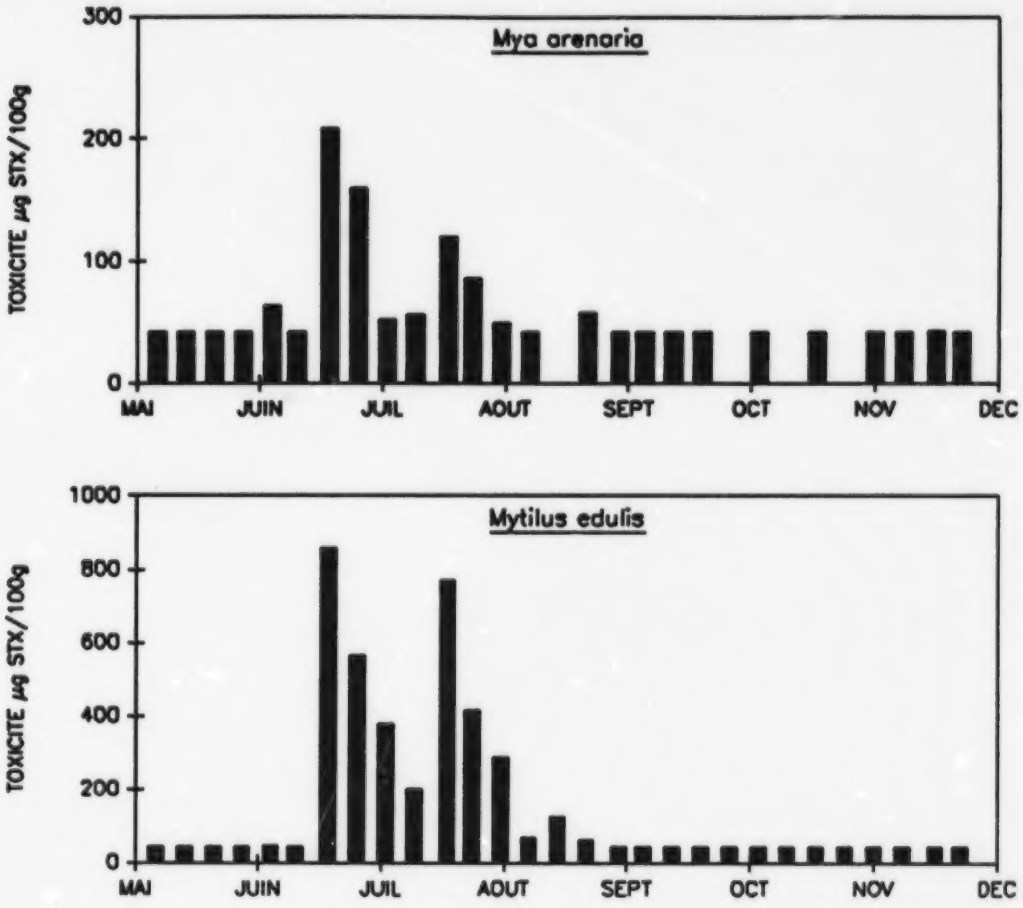
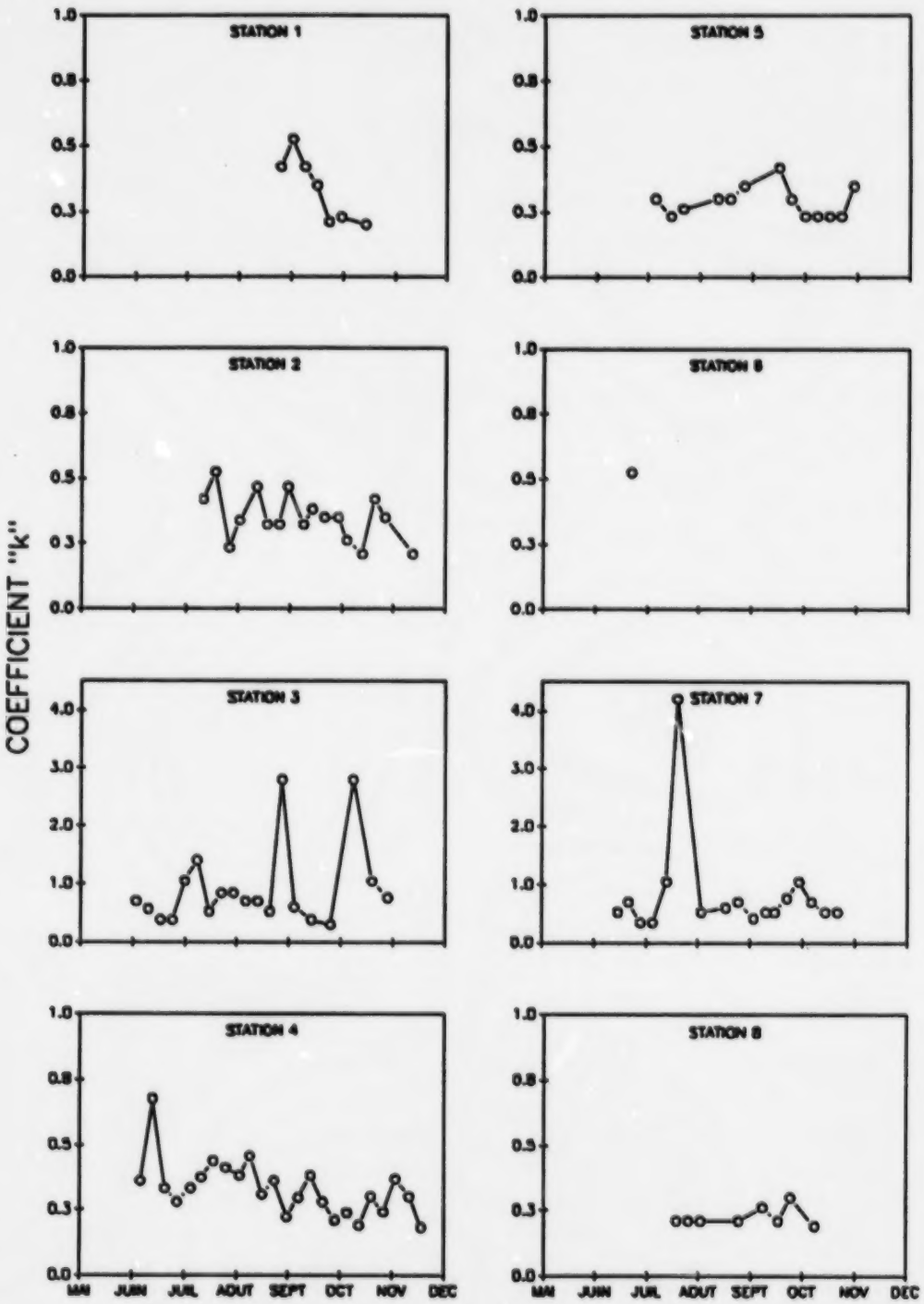


Figure 21. Toxicité des mollusques à la station de Tadoussac.

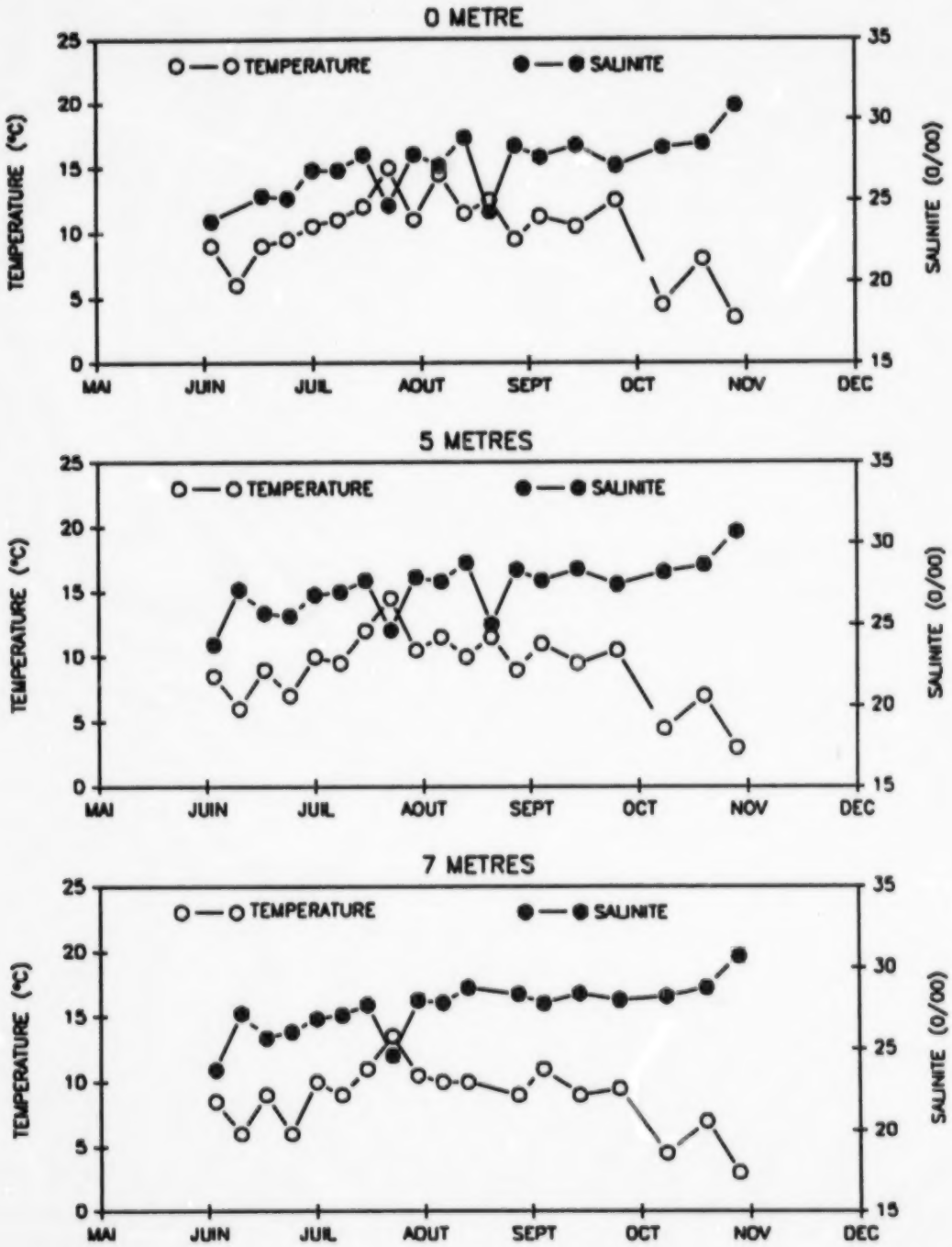
ANNEXE 1. Liste et caractéristiques des stations échantillonnées à l'été 1989.

NOM DE LA STATION	LATITUDE	LONGITUDE	PROF. MOYENNE	DEBUT	FIN	ECHANTILLONS MANQUANTS OU PERDUS*
Sainte-Flavie	48°38,50'N	68°09,75'W	9 mètres	2 juin	25 octobre	23/06(F); 30/06(F); 18/08(P7m); 29/09(PF);
Baie-Comeau	49°03,40'N	68°16,00'W	30 mètres	19 juin	8 novembre	28/06(F)
Gaspé	48°49,30'N	64°25,80'W	16 mètres	8 juin	11 octobre	8/06(P15m)
Gascons	48°10,70'N	64°50,70'W	18 mètres	5 juin	14 novembre	5/06(P)
Sept-Iles	50°10,50'N	66°23,00'W	10 mètres	17 juillet	5 octobre	15/08(PF); 29/08(PF); 28/08 (PF)
Port-Daniel	48°09,50'N	64°56,00'W	8 mètres	4 juillet	26 octobre	31/08(PF); 7/09(PF)
Carleton	48°05,20'N	66°11,00'W	10 mètres	21 juin	23 août	15/08(P); 23/08(P)
Grande-Entrée	47°34,60'N	61°31,10'W	6 mètres	14 juin	18 octobre	nil
Baie-des-Capucins	49°03,10'N	66°51,20'W	1 mètres	7 mai	16 novembre	7/05(P); 5/09(P)
Tadoussac	48°08,10'N	69°41,75'W	1 mètres	29 juillet	18 novembre	nil

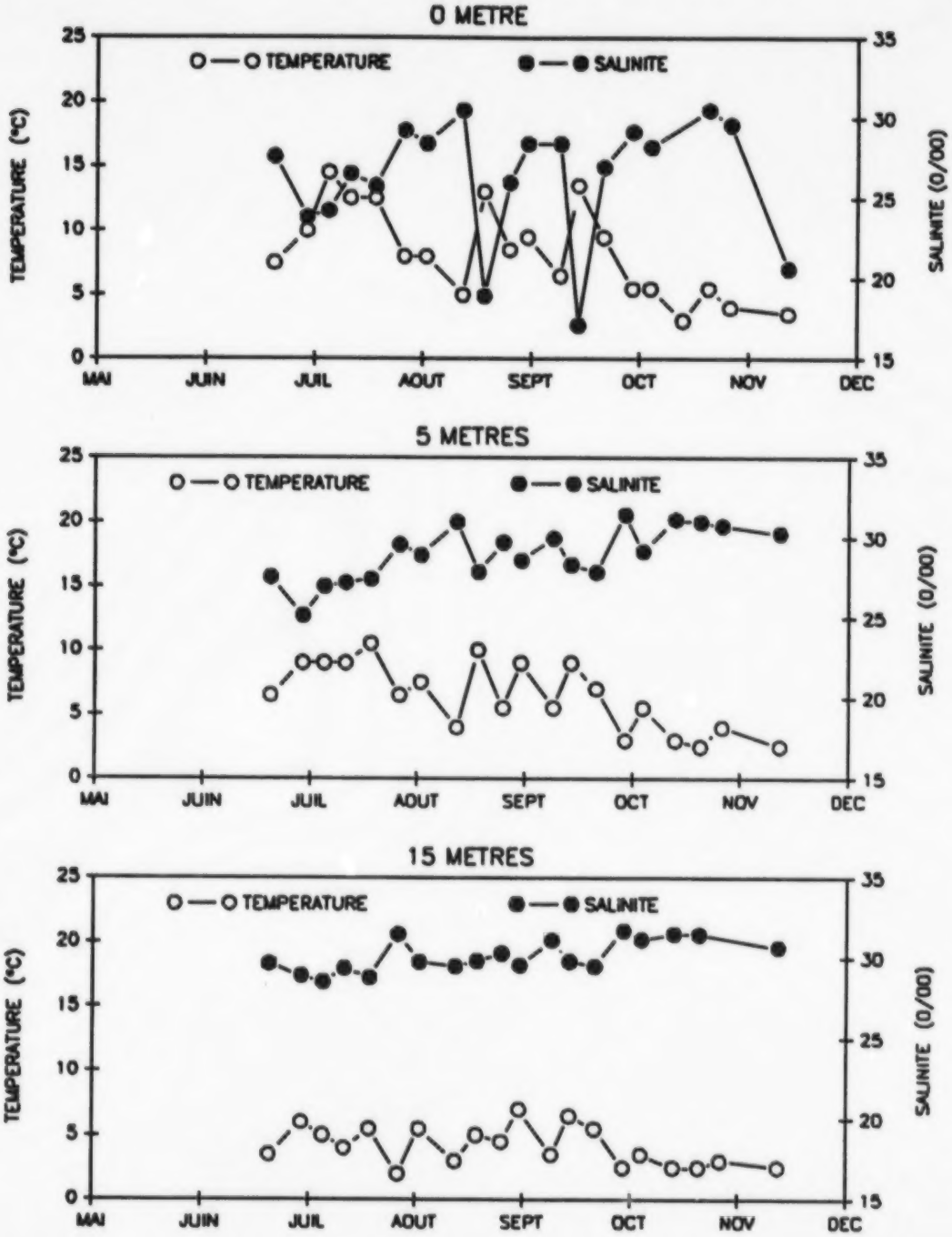
*: (P) = échantillon d'eau pour phytoplancton; (F) = échantillon provenant du trait de filet.



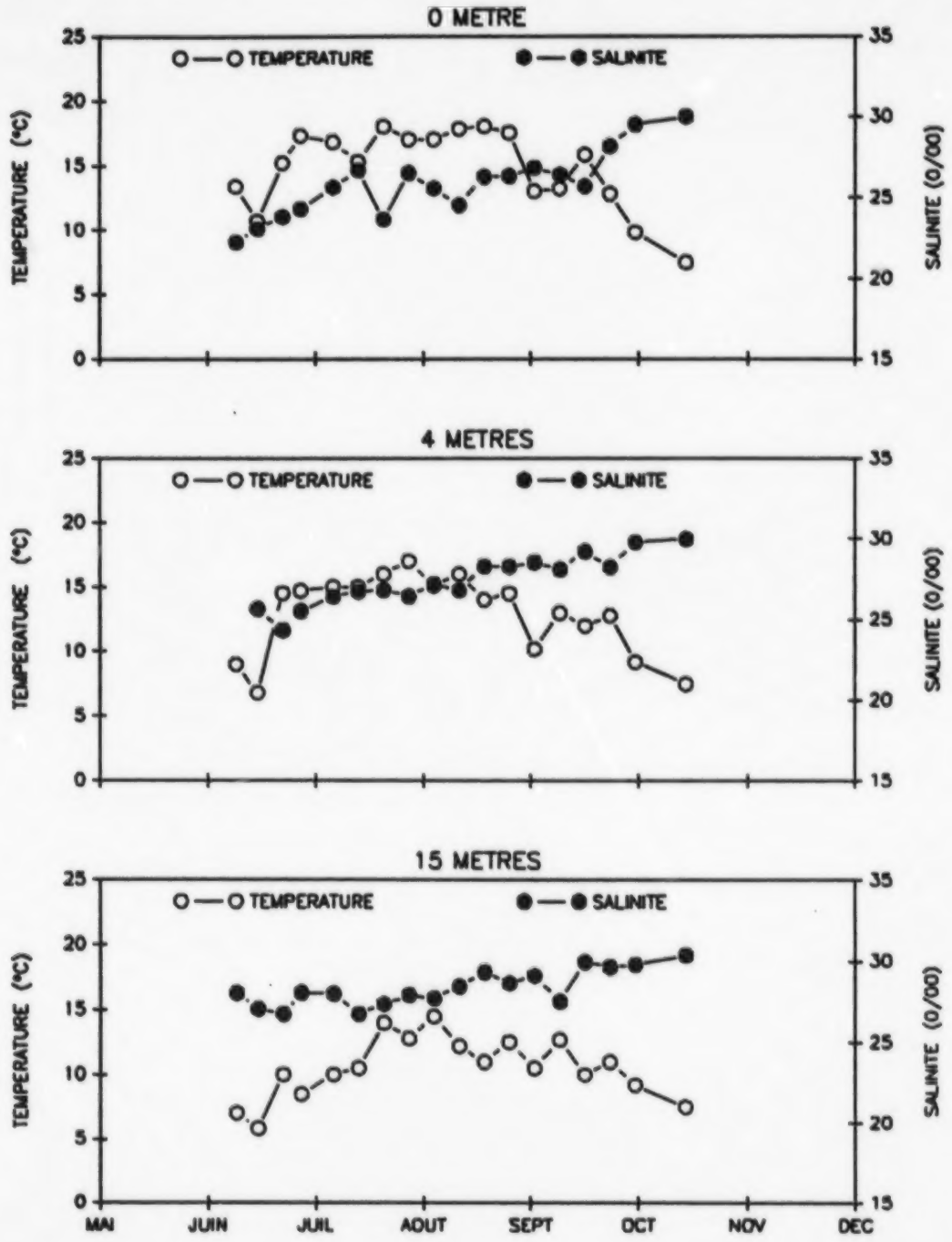
ANNEXE 2. Variations du coefficient d'extinction "k" de la lumière à toutes les stations (k=2,1/prof.Secchi(m)).



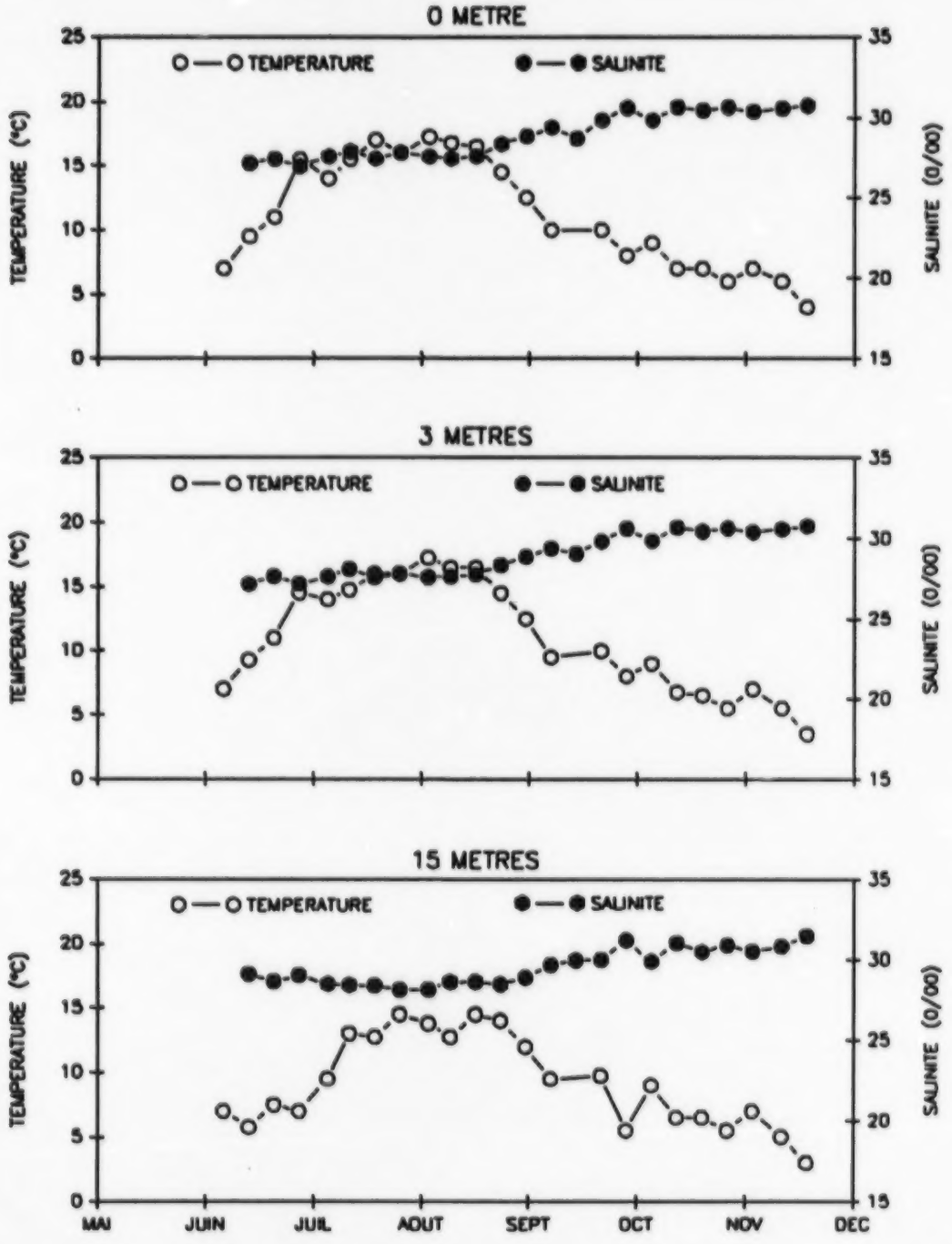
ANNEXE 3. Données de salinité et de température pour la station de Sainte-Flavie.



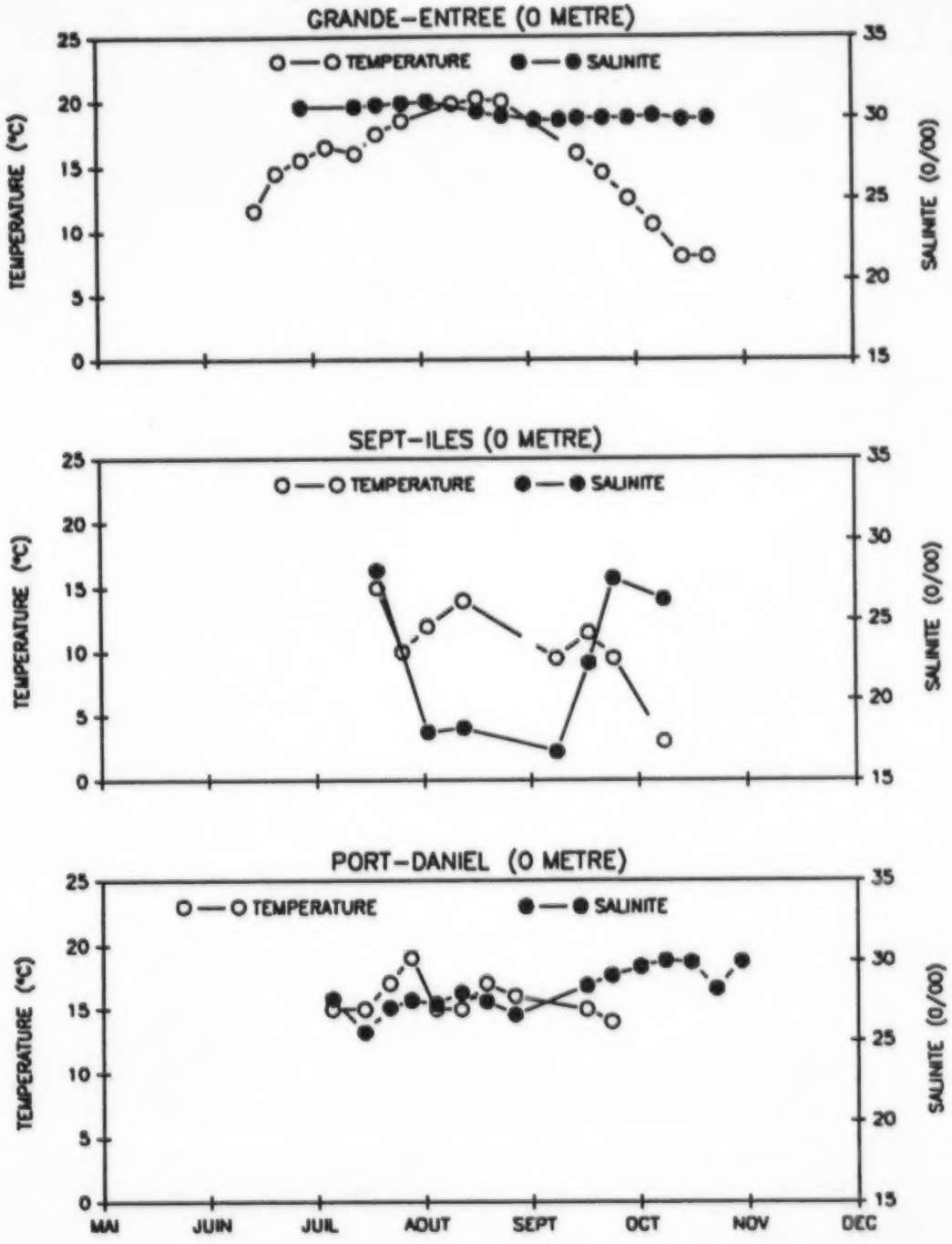
ANNEXE 4. Données de salinité et de température pour la station de Baie-Comeau.



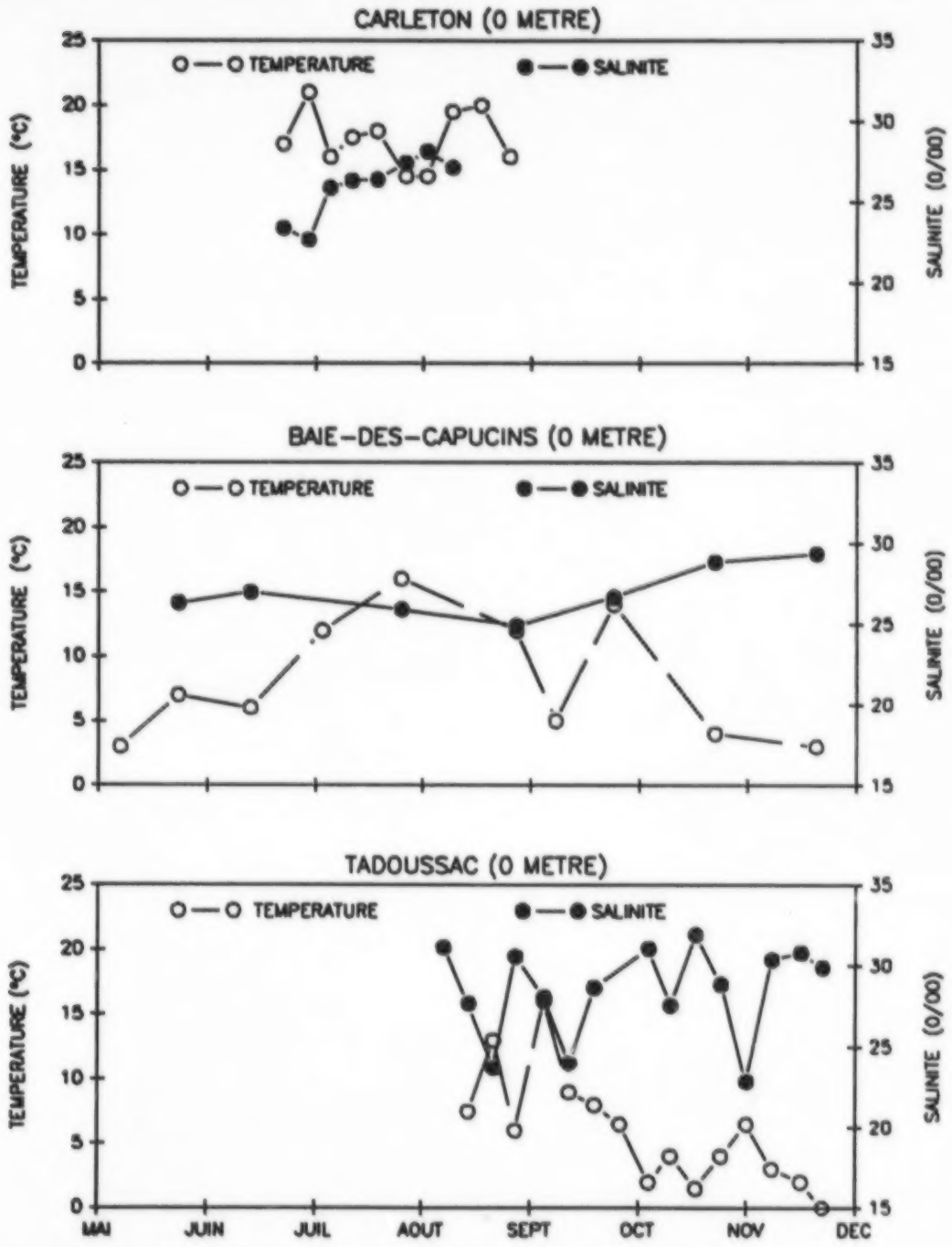
ANNEXE 5. Données de salinité et de température pour la station de Gaspé.



ANNEXE 6. Données de salinité et de température pour la station de Gascons.



ANNEXE 7. Données de salinité et de température pour les stations de Grande-Entrée, Sept-Iles et Port-Daniel.



ANNEXE 8. Données de salinité et de température pour les stations de Carleton, Baie-des-Capucins et Tadoussac.